

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5095881号
(P5095881)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

| | |
|------------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| HO 1 L 35/32 (2006.01) | HO 1 L 35/32 A |
| HO 2 N 11/00 (2006.01) | HO 2 N 11/00 A |

請求項の数 16 (全 25 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-526279 (P2012-526279) | (73) 特許権者 | 000005821 |
| (86) (22) 出願日 | 平成23年6月10日 (2011.6.10) | | パナソニック株式会社 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2011/003310 | | 大阪府門真市大字門真1006番地 |
| (87) 国際公開番号 | W02012/014366 | (74) 代理人 | 100107641 |
| (87) 国際公開日 | 平成24年2月2日 (2012.2.2) | | 弁理士 鎌田 耕一 |
| 審査請求日 | 平成24年6月27日 (2012.6.27) | (72) 発明者 | 菅野 勉 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2011-105964 (P2011-105964) | | 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ |
| (32) 優先日 | 平成23年5月11日 (2011.5.11) | | ソニック株式会社内 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | (72) 発明者 | 酒井 章裕 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-171634 (P2010-171634) | | 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ |
| (32) 優先日 | 平成22年7月30日 (2010.7.30) | | ソニック株式会社内 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | (72) 発明者 | 高橋 宏平 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-171631 (P2010-171631) | | 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ |
| (32) 優先日 | 平成22年7月30日 (2010.7.30) | | ソニック株式会社内 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パイプ形状の熱発電デバイスとその製造方法、熱発電体、熱発電デバイスを用いて電気を発生させる方法、および熱発電体を用いて電気を発生させる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パイプ形状の熱発電デバイスであって、以下を具備する：

前記パイプ形状の熱発電デバイスの軸方向に沿った内部貫通孔；

金属からなる複数の第1カップ状部材；

熱電変換材料からなる複数の第2カップ状部材；

第1電極；および

第2電極、

ここで、

前記複数の第1カップ状部材および前記複数の第2カップ状部材は、前記軸方向に沿って交互に繰り返し配置されており、

前記第1電極および前記第2電極は、それぞれ、前記パイプ形状の熱発電デバイスの一端および他端に設けられており、

各第1カップ状部材は、円錐台の形状、楕円錐台の形状、または角錐台の形状を有しており、

各第1カップ状部材は第1内面および第1外面を具備し、

前記第1内面は、円錐台の周面の形状、楕円錐台の周面の形状、または角錐台の周面の形状を有しており、

前記第1外面は、円錐台の周面の形状、楕円錐台の周面の形状、または角錐台の周面の形状を有しており、

各第1カップ状部材は下端に第1貫通孔を具備し、
 各第1カップ状部材の断面積は、その下端の方向に減少しており、
 各第2カップ状部材は、円錐台の形状、楕円錐台の形状、または角錐台の形状を有して
 おり、

各第2カップ状部材は第2内面および第2外面を具備し、
 前記第2内面は、円錐台の周面の形状、楕円錐台の周面の形状、または角錐台の周面の
 形状を有しており、

前記第2外面は、円錐台の周面の形状、楕円錐台の周面の形状、または角錐台の周面の
 形状を有しており、

各第2カップ状部材は下端に第2貫通孔を具備し、
 各第2カップ状部材の断面積は、その下端の方向に減少しており、
 前記内部貫通孔は、複数の第1貫通孔および複数の第2貫通孔から構成されており、
 各第1カップ状部材の第1外面が、隣接する一方の第2カップ状部材の第2内面に密着
 するように、各第1カップ状部材は前記隣接する一方の第2カップ状部材に挿入されてお
 り、そして

各第1カップ状部材の第1内面が、隣接する他方の第2カップ状部材の第2外面に密着
 するように、前記隣接する他方の第2カップ状部材は各第1カップ状部材に挿入されてお
 り、

前記金属は、ニッケル、コバルト、銅、アルミ、銀、金、またはこれらの合金であり、
 前記熱電変換材料は、 Bi 、 Bi_2Te_3 、 $PbTe$ 、あるいは、 Sb または Se を含有
 する Bi_2Te_3 であり、

以下の数式が充足される：

$$\frac{5 \text{ 度}}{5 \text{ 度}} = \frac{1}{2} \quad 45 \text{ 度}$$

$$\frac{5 \text{ 度}}{5 \text{ 度}} = \frac{2}{2} \quad 45 \text{ 度、および}$$

$$1 = 2$$

ここで、

1は、前記第1カップ状部材の断面積が減少している部分および前記第1カップ状部
 材の軸方向によって形成される角度を表し、そして

2は、前記第2カップ状部材の断面積が減少している部分および前記第2カップ状部
 材の軸方向によって形成される角度を表す。

【請求項2】

請求項1の熱発電デバイスであって、
 前記金属は、ニッケル、コバルト、銅、またはアルミである。

【請求項3】

請求項1の熱発電デバイスであって、
 各第1カップ状部材の第1外面は、前記隣接する一方の第2カップ状部材の第2内面に
 接しており、そして
 各第1カップ状部材の第1内面は、前記隣接する他方の第2カップ状部材の第2外面に
 接している。

【請求項4】

請求項1の熱発電デバイスであって、
 各第1カップ状部材の第1外面および前記隣接する一方の第2カップ状部材の第2内面
 の間にハンダが供給されており、そして
 各第1カップ状部材の第1内面および前記隣接する他方の第2カップ状部材の第2外面
 の間にハンダが供給されている。

【請求項5】

請求項1の熱発電デバイスであって、さらに管状のジャケットを具備し、
 前記パイプ形状の熱発電デバイスは、前記管状のジャケットの内部に挿入される。

【請求項6】

請求項1の熱発電デバイスであって、

10

20

30

40

50

前記内部貫通孔の周囲には絶縁性の内壁が配置されている。

【請求項 7】

請求項 1 の熱発電デバイスであって、

前記パイプ形状の熱発電デバイスの周囲には絶縁性の外壁が配置されている。

【請求項 8】

複数の n 本のパイプ形状の熱発電デバイスを具備する熱発電体であって、ここで

n は 2 以上の自然数であり、

各パイプ形状の熱発電デバイスは、請求項 1 の熱発電デバイスであって、

第 1 のパイプ形状の熱発電デバイスの断面積が最も小さく、

n 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの断面積が最も大きく、そして

($n - 1$) 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの外面は、絶縁層を介して、 n 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの内面に密着されている。

10

【請求項 9】

請求項 8 の熱発電体であって、ここで

各第 1 電極は互いに電氣的に接続され、

各第 2 電極は互いに電氣的に接続され、そして

前記複数の n 本のパイプ形状の熱発電デバイスが電氣的に並列に接続されている。

【請求項 10】

請求項 8 の熱発電体であって、

($2m - 1$) 番目、($2m - 3$) 番目、($2m - 5$) 番目、・・・および 1 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 2 電極は、($2m$) 番目、($2m - 2$) 番目、($2m - 4$) 番目、・・・および 2 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 2 電極に電氣的にそれぞれ接続されており、

n は 3 以上の奇数であり、

m の値は式： $m = (n - 1) / 2$ により定義され、

($2m$) 番目、($2m - 2$) 番目、($2m - 4$) 番目、・・・および 2 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 1 電極が、($2m + 1$) 番目、($2m - 1$) 番目、($2m - 3$) 番目、・・・、および 3 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 1 電極に電氣的にそれぞれ接続されており、そして

前記複数の n 本のパイプ形状の熱発電デバイスが電氣的に直列に接続されている。

20

30

【請求項 11】

請求項 8 の熱発電体であって、

($2m - 1$) 番目、($2m - 3$) 番目、($2m - 5$) 番目、・・・1 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 2 電極は、($2m$) 番目、($2m - 2$) 番目、($2m - 4$) 番目、・・・2 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 2 電極に電氣的にそれぞれ接続されており、

ここで、 n は偶数であり、

m の値は式： $m = n / 2$ により定義され、

n が 4 以上である場合、($2m - 2$) 番目、($2m - 4$) 番目、・・・2 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 1 電極が、($2m - 1$) 番目、($2m - 3$) 番目、・・・3 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの第 1 電極に電氣的に接続されており、そして

前記複数の n 本のパイプ形状の熱発電デバイスが電氣的に直列に接続されている。

40

【請求項 12】

請求項 1 の熱発電デバイスであって、

軸方向に沿って溝が形成されている。

【請求項 13】

パイプ形状の熱発電デバイスを用いて電気を発生させる方法であって、以下の工程を具備する：

請求項 1 に記載のパイプ形状の熱発電デバイスを用意する工程 (a) ; および

前記内部貫通孔およびパイプ形状の熱発電デバイスの外面の間に温度差を印加して、前

50

記第 1 電極および前記第 2 電極の間に電圧差を発生させる工程 (b) 。

【請求項 1 4】

熱発電体を用いて電気を発生させる方法であって、以下の工程を具備する：

請求項 9 に記載の熱発電体を用意する工程 (a)、および

前記第 1 のパイプ形状の熱発電デバイスの内部貫通孔および熱発電体の外表面の間に温度差を印加して、前記第 1 電極および前記第 2 電極の間に電圧差を発生させる工程 (b)

。

【請求項 1 5】

熱発電体を用いて電気を発生させる方法であって、以下の工程を具備する：

請求項 1 0 に記載の熱発電体を用意する工程 (a)、および

前記第 1 のパイプ形状の熱発電デバイスの内部貫通孔および熱発電体の外表面の間に温度差を印加して、前記第 1 のパイプ形状の熱発電デバイスの前記第 1 電極および前記 n 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの前記第 2 電極の間に電圧差を発生させる工程 (b) 。

【請求項 1 6】

熱発電体を用いて電気を発生させる方法であって、以下の工程を具備する：

請求項 1 1 に記載の熱発電体を用意する工程 (a)、および

前記第 1 のパイプ形状の熱発電デバイスの内部貫通孔および熱発電体の外表面の間に温度差を印加して、前記第 1 のパイプ形状の熱発電デバイスの前記第 1 電極および前記 n 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの前記第 2 電極の間に電圧差を発生させる工程 (b) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、パイプ形状の熱発電デバイスとその製造方法に関する。本発明は、また、パイプ形状の熱発電デバイスを具備する熱発電体、熱発電デバイスを用いて電気を発生させる方法、および熱発電体を用いて電気を発生させる方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

特許文献 1 は、パイプ形状の熱発電デバイスを開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 0 8 6 4 0 2 号公報 (ファミリーなし)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明の目的は、新規なパイプ形状の熱発電デバイスを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

本発明のパイプ形状の熱発電デバイスは、パイプ形状の熱発電デバイスであって、以下を具備する：

前記パイプ形状の熱発電デバイスの軸方向に沿った内部貫通孔；

金属からなる複数の第 1 カップ状部材；

熱電変換材料からなる複数の第 2 カップ状部材；

第 1 電極；および

第 2 電極、

ここで、

前記複数の第 1 カップ状部材および前記複数の第 2 カップ状部材は、前記軸方向に沿って交互に繰り返し配置されており、

前記第 1 電極および前記第 2 電極は、それぞれ、前記パイプ形状の熱発電デバイス的一端および他端に設けられており、

10

20

30

40

50

各第1カップ状部材は第1内面および第1外面を具備し、
 各第1カップ状部材は下端に第1貫通孔を具備し、
 各第1カップ状部材の断面積は、その下端の方向に減少しており、
 各第2カップ状部材は第2内面および第2外面を具備し、
 各第2カップ状部材は下端に第2貫通孔を具備し、
 各第2カップ状部材の断面積は、その下端の方向に減少しており、
 前記内部貫通孔は、複数の第1貫通孔および複数の第2貫通孔から構成されており、
 各第1カップ状部材の第1外面が、隣接する一方の第2カップ状部材の第2内面に密着
 するように、各第1カップ状部材は前記隣接する一方の第2カップ状部材に挿入されてお
 り、そして

10

各第1カップ状部材の第1内面が、隣接する他方の第2カップ状部材の第2外面に密着
 するように、前記隣接する他方の第2カップ状部材は各第1カップ状部材に挿入されてい
 る。

本発明の熱発電体は、複数の n 本のパイプ形状の熱発電デバイスを具備する熱発電体で
 あって、ここで

n は2以上の自然数であり、

各パイプ形状の熱発電デバイスは、本発明の熱発電デバイスであって、

第1のパイプ形状の熱発電デバイスの断面積が最も小さく、

n 番目のパイプ形状の熱発電デバイスの断面積が最も大きく、そして

($n - 1$)番目のパイプ形状の熱発電デバイスの外面は、絶縁層を介して、 n 番目のパ
 イプ形状の熱発電デバイスの内面に密着されている。

20

本発明の電気を発生させる方法は、パイプ形状の熱発電デバイスを用いて電気を発生さ
 せる方法であって、以下の工程を具備する：

本発明のパイプ形状の熱発電デバイスを用意する工程(a)；および

前記内部貫通孔およびパイプ形状の熱発電デバイスの外面の間に温度差を印加して、前
 記第1電極および前記第2電極の間に電圧差を発生させる工程(b)。

別の側面から見た本発明の電気を発生させる方法は、熱発電体を用いて電気を発生させ
 る方法であって、以下の工程を具備する：

本発明の熱発電体を用意する工程(a)、および

前記第1のパイプ形状の熱発電デバイスの内部貫通孔および熱発電体の外表面の間に温
 度差を印加して、前記第1電極および前記第2電極の間に電圧差を発生させる工程(b)

30

。本発明の製造方法は、パイプ形状の熱発電デバイスを製造する方法であって、以下の工
 程を具備する：

複数の第1カップ状部材および複数の第2カップ状部材を交互に繰り返し配置し、内部
 貫通孔を具備するパイプを形成する工程(a)、

ここで、

各第1カップ状部材は第1内面および第1外面を具備し、

各第1カップ状部材は下端に第1貫通孔を具備し、

各第1カップ状部材の断面積は、その下端の方向に減少しており、

各第2カップ状部材は第2内面および第2外面を具備し、

各第2カップ状部材は下端に第2貫通孔を具備し、

各第2カップ状部材の断面積は、その下端の方向に減少しており、

各第1カップ状部材の第1外面が隣接する一方の第2カップ状部材の第2内面に密着
 するように、各第1カップ状部材は前記隣接する一方の第2カップ状部材に挿入され、

40

各第1カップ状部材の第1内面が隣接する他方の第2カップ状部材の第2外面に密着
 するように、前記隣接する他方の第2カップ状部材は各第1カップ状部材に挿入され、

前記内部貫通孔は、複数の第1貫通孔および複数の第2貫通孔から構成され；そして

前記パイプの一端および他端にそれぞれ第1電極および第2電極を設け、パイプ形状の
 熱発電デバイスを形成する工程(b)。

50

【発明の効果】

【0006】

本発明は、新規なパイプ形状の熱発電デバイスを提供する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、本実施の形態によるパイプ形状の熱発電デバイスを示す。

【図2】図2は、パイプ形状の熱発電デバイスの部分分解図を示す。

【図3】図3は、1つの第1カップ状部材11を示す。

【図4】図4は、1つの第2カップ状部材12を示す。

【図5】図5は、図3に描かれたA-A線断面図である。

10

【図6】図6は、図4に描かれたB-B線断面図である。

【図7】図7は、パイプ形状の熱発電デバイスを製造する方法における1工程を示す。

【図8】図8は、パイプ形状の熱発電デバイスを製造する方法における1工程を示す。

【図9】図9は、図8に示されるパイプ形状の熱発電デバイスの分解図である。

【図10】図10は、パイプ形状の熱発電デバイスを製造する他の方法における1工程を示す。

【図11】図11は、パイプ形状の熱発電デバイスを製造する他の方法における1工程を示す。

【図12】図12は、パイプ形状の熱発電デバイスを用いて発電する方法を示す。

【図13】図13は、図12に示されるパイプ形状の熱発電デバイスの断面図を示す。

20

【図14】図14は、パイプ形状の熱発電デバイス81の軸方向に沿った断面図を示す。

【図15】図15は、パイプ形状の熱発電デバイス81の軸方向に直交する断面図を示す。

【図16】図16は、パイプ形状の熱発電デバイス81の軸方向に沿った断面図を示す。

【図17】図17は、パイプ形状の熱発電デバイス81の軸方向に直交する断面図を示す。

【図18】図18は、パイプ形状の熱発電デバイス81の軸方向に沿った断面図を示す。

【図19】図19は、パイプ形状の熱発電デバイス81の軸方向に沿った断面図を示す。

【図20】図20は、パイプ形状の熱発電体200の軸方向に沿った断面図を示す。

【図21】図21は、パイプ形状の熱発電体200の軸方向に直交する断面図を示す。

30

【図22】図22は、本実施の形態によるパイプ形状の熱発電デバイスを示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0009】

図1は、本実施の形態によるパイプ形状の熱発電デバイスを示す。

当該パイプ形状の熱発電デバイスは、内部貫通孔18、複数の第1カップ状部材11、複数の第2カップ状部材12、第1電極15、および第2電極16を具備する。

【0010】

内部貫通孔18は、パイプ形状の熱発電デバイスの軸方向に沿って設けられている。当該軸方向は、図1に描かれた矢印によって指し示される方向である。

40

第1電極15および第2電極16は、それぞれ、パイプ形状の熱発電デバイスの一端および他端に配置されている。

【0011】

各第1カップ状部材11は金属からなる。当該金属の例は、ニッケル、コバルト、銅、アルミ、銀、金、またはこれらの合金である。ニッケル、コバルト、銅、またはアルミが好ましい。

【0012】

各第2カップ状部材12は熱電変換材料からなる。当該熱電変換材料の例は、 Bi 、 Bi_2Te_3 、または $PbTe$ である。 Bi_2Te_3 は Sb または Se を含有し得る。

50

【 0 0 1 3 】

図 2 は、パイプ形状の熱発電デバイスの部分分解図を示す。図 2 に示されるように、3 つの第 1 カップ状部材 1 1 a ~ 1 1 c および 3 つの第 2 カップ状部材 1 2 a ~ 1 2 c が、軸方向に沿って交互に繰り返し配置されている。各前記第 1 カップ状部材 1 1 は同一の形状を有する。各前記第 2 カップ状部材 1 2 も、同一の形状を有する。

【 0 0 1 4 】

図 3 は、1 つの第 1 カップ状部材 1 1 を示す。図 3 に示されるように、第 1 カップ状部材 1 1 は、第 1 内面 1 1 2 および第 1 外面 1 1 1 を具備する。第 1 カップ状部材 1 1 は、下端に第 1 貫通孔 1 1 3 を具備する。カップ状部材 1 1 の上端は、開口を有している。第 1 カップ状部材 1 1 の断面積は、その下端の方向に減少している。第 1 カップ状部材 1 1 の形状と同様に、図 4 に示されるように、第 2 カップ状部材 1 2 も、第 2 内面 1 2 2、第 2 外面 1 2 1、および第 2 貫通孔 1 2 3 を具備している。第 2 カップ状部材 1 2 の断面積もまた、各第 2 カップ状部材 1 2 の下端の方向に減少している。

10

【 0 0 1 5 】

図 1 ~ 図 4 から明らかなように、内部貫通孔 1 8 は、複数の第 1 貫通孔 1 1 3 および複数の第 2 貫通孔 1 2 3 から構成される。

【 0 0 1 6 】

図 2 に示されるように、第 1 カップ状部材 1 1 b の第 1 外面 1 1 1 b が、隣接する一方の第 2 カップ状部材 1 2 b の第 2 内面 1 2 2 b に密着するように、第 1 カップ状部材 1 1 b は、隣接する一方の第 2 カップ状部材 1 2 b に挿入される。

20

【 0 0 1 7 】

第 1 カップ状部材 1 1 b の第 1 内面 1 1 2 b が、隣接する他方の第 2 カップ状部材 1 2 a の第 2 外面 1 2 1 a に密着するように、隣接する他方の第 2 カップ状部材 1 2 a は、第 1 カップ状部材 1 1 b に挿入される。

【 0 0 1 8 】

このように、1 つの第 1 カップ状部材 1 1 は、隣接する 2 つの第 2 カップ状部材 1 2 に密着している。同様に、1 つの第 2 カップ状部材 1 2 もまた、隣接する 2 つの第 1 カップ状部材 1 1 に密着している。

【 0 0 1 9 】

第 1 カップ状部材 1 1 b の第 1 外面 1 1 1 b は、隣接する一方の第 2 カップ状部材 1 2 b の第 2 内面 1 2 2 b に接することが好ましい。これに代えて、第 1 カップ状部材 1 1 b の第 1 外面 1 1 1 b および隣接する一方の第 2 カップ状部材 1 2 b の第 2 内面 1 2 2 b の間に供給されたハンダによって、これらの面が互いに密着し得る。

30

【 0 0 2 0 】

上記と同様に、第 1 カップ状部材 1 1 b の第 1 内面 1 1 2 b は、隣接する他方の第 2 カップ状部材 1 2 a の第 2 外面 1 2 1 a に接することが好ましい。これに代えて、これらの面の間に供給されたハンダによって、これらの面が密着し得る。

【 0 0 2 1 】

第 1 カップ状部材 1 1 および第 2 カップ状部材 1 2 の間に隙間はあってはならない。なぜなら、後述するように、内部貫通孔 1 8 に流体が流される時に、隙間は熱電変換を阻害するからである。さらに、隙間から流体が漏れ出す。必要に応じて上記のようにハンダが隙間に充填され得る。

40

【 0 0 2 2 】

第 1 カップ状部材 1 1 の数および第 2 カップ状部材 1 2 の数の例は、1 0 0 個以上 1 0 0 0 個以下である。

【 0 0 2 3 】

図 5 は、図 3 に描かれた A - A 線断面図である。図 6 は、図 4 に描かれた B - B 線断面図である。 θ_1 および θ_2 は、それぞれ、第 1 カップ状部材 1 1 および第 2 カップ状部材 1 2 の傾斜角度を表す。すなわち、 θ_1 は、第 1 カップ状部材 1 1 の断面積がその下端の方向に向けて減少している部分および第 1 カップ状部材 1 1 の軸方向によって形成される

50

角度を表す。同様に、 θ_2 は、第2カップ状部材12の断面積がその下端の方向に向けて減少している部分および第2カップ状部材12の軸方向によって形成される角度を表す。

θ_1 の値は θ_2 の値に等しい。 θ_1 および θ_2 の値は、第1カップ状部材11および第2カップ状部材12の材料に依存して適切に調整される。好ましい θ_1 および θ_2 の値は5度以上45度以下である。

【0024】

内部貫通孔18の断面形状は特に限定されない。パイプ形状の熱発電デバイスの断面形状も特に限定されない。

【0025】

第1カップ状部材11の断面形状が円である場合、図5に示される d_{l1} および d_{s1} は、それぞれ、第1カップ状部材11の上端および下端の幅を表す。第1カップ状部材11は高さ h_1 および厚み T_1 を有する。図5の場合と同様に、図6に示される d_{l2} 、 d_{s2} 、 h_2 、および T_2 は、それぞれ、第2カップ状部材12の上端の幅、下端の幅、高さ、および厚みを表す。

【0026】

パイプ形状の熱発電デバイスの断面形状は限定されない。パイプ形状の熱発電デバイスの断面の例は、円形、楕円形、または多角形である。円形が好ましい。すなわち、パイプ形状の熱発電デバイスは円筒状であることが好ましい。

【0027】

図7に示されるように、複数の第1カップ状部材11および複数の第2カップ状部材12は交互に繰り返し配置される。その後、図8および図9に示されるように、その一端および他端にそれぞれ第1電極15および第2電極16が接合され、パイプ形状の熱発電デバイスを製造する。図9は図8の分解図である。

【0028】

図8および図9に示される手順に代えて、以下のように第1電極15および第2電極16を接合し得る。図7の後、図10に示されるように、その一端の一部および他端の一部をカットし、当該一端および他端を平坦にする。その後、図11に示されるように、板状の第1電極15および板状の第2電極16をそれぞれ一端および他端に接合し、パイプ形状の熱発電デバイスを製造する。

【0029】

以下、パイプ形状の熱発電デバイスを用いて発電する方法を図12～図13を参照しながら説明する。図12は、パイプ形状の熱発電デバイスを用いて発電する方法の一例を示す。図13は、図12に示されるパイプ形状の熱発電デバイスの断面図を示す。

【0030】

図12に示されるように、パイプ形状の熱発電デバイス81は、槽82に貯められた冷たい流体83に浸漬される。冷たい流体は水のような液体であることが好ましい。図13に示されるように、内部貫通孔18には、暖かい流体84が流れる。暖かい流体84は温水のような液体であることが好ましい。暖かい流体84は、ポンプ85により循環される。ポンプ85およびパイプ形状の熱発電デバイス81は、2本のシリコン製のチューブ86によって接続されている。このようにして、第1電極15および第2電極16との間に電圧差が生じる。図12においては、第1電極15および第2電極16には2本の電線87を介して負荷88が電氣的に接続されている。冷たい流体83および暖かい流体84の間の温度差は、好ましくは摂氏20度以上摂氏80度以下である。槽82に暖かい流体を貯め、一方、ポンプ85により冷たい流体を内部貫通孔18に循環させ得る。

【0031】

図14および図15に示されるように、パイプ形状の熱発電デバイス81は、管状のジャケット91の内部に挿入され得る。管状のジャケット91およびパイプ形状の熱発電デバイス81の間に冷たい流体83が流され、暖かい流体84が内部貫通孔18に流される。これらの流体の流れに代えて、管状のジャケット91およびパイプ形状の熱発電デバイス81の間に暖かい流体が流され、冷たい流体が内部貫通孔18に流され得る。ジャケッ

10

20

30

40

50

ト 9 1 の材料の例は、ステンレス、アルミニウム、チタン、ハステロイ、またはインコネルである。

【 0 0 3 2 】

図 1 6 および図 1 7 に示されるように、内部貫通孔 1 8 の周囲には絶縁性の内壁 6 1 が配置され、流体に含有され得る酸、アルカリ、または塩分のような腐食性成分からパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 を保護することが好ましい。内壁 6 1 の材料の例は、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化シリコン、または窒化シリコンのような無機物、ポリイミド樹脂またはフッ素樹脂のような有機物である。絶縁体によって被覆された金属も用いられ得る。

【 0 0 3 3 】

上記と同様に、絶縁性の外壁 7 1 がパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の外面の周囲に配置されることが好ましい。外壁 7 1 の材料の例は、内壁 6 1 の材料と同じである。

【 0 0 3 4 】

図 1 8 に示されるように、熱発電効率を高めるために、パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の外面の周囲に外側突起 7 1 が設けられ得る。第 1 突起 7 1 は、第 1 カップ状部材 1 1 または第 2 カップ状部材 1 2 の外面に一体的に設けられ得る。

【 0 0 3 5 】

図 1 9 に示されるように、熱発電効率を高めるために、内部貫通孔 1 8 の周囲に内側突起 7 2 が設けられ得る。内側突起 7 2 は、第 1 カップ状部材 1 1 または第 2 カップ状部材 1 2 の内面に一体的に設けられ得る。

【 0 0 3 6 】

本発明においては、図 2 0 および図 2 1 に示されるように、複数のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 が同時に用いられ得る。すなわち、パイプ形状の熱発電体 2 0 0 が、複数のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 を具備する。図 2 0 および図 2 1 においては、3 本のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a ~ 8 1 c が用いられている。図 2 1 に示されるように、第 1 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a の断面積が最も小さく、第 3 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 c の断面積が最も大きい。ここでは、用語「断面積」とは、パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の軸方向に直交する断面積を意味する。第 1 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a は第 2 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 b の内部貫通孔 1 8 に挿入されている。第 1 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a の外面は、第 1 絶縁層 1 0 1 a を介して、第 2 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 b の内面に密着している。同様に、第 2 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 b は第 3 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 c の内部貫通孔 1 8 に挿入されている。第 2 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 b の外面は、第 2 絶縁層 1 0 1 b を介して、第 3 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 c の内面に密着している。

【 0 0 3 7 】

図 2 0 に示されるように、第 1 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a の第 2 電極 1 6 a は、第 2 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 b の第 2 電極 1 6 b に電氣的に接続されている。第 2 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a の第 1 電極 1 5 b は、第 3 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 c の第 1 電極 1 5 c に電氣的に接続されている。2 本の電線 8 7 (図 1 2 参照) は、第 1 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a の第 1 電極 1 5 a および第 3 パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 c の第 2 電極 1 6 c に接続されている。すなわち、これら 3 つのパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a ~ 8 1 c は、電氣的に直列に接続されている。

【 0 0 3 8 】

直列的な接続に代えて、複数のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 は並列に接続され得る。

【 0 0 3 9 】

図 2 0 および図 2 1 に示される実施形態を、以下、一般化する。数字 n は 2 以上の自然数を表す。第 1 の (1 番目の) パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 a の断面積が最も小さい。n 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 n の断面積が最も大きい。(n - 1) 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の外面は、(n - 1) 番目の絶縁層 1 0 1 を介して、n

10

20

30

40

50

番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の内面に密着されている。

【 0 0 4 0 】

n 本のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 が電氣的に並列に接続される場合、各第 1 電極 1 5 は互いに電氣的に接続される。各第 2 電極 1 6 もまた、互いに電氣的に接続される。

【 0 0 4 1 】

n 本のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 が直列に接続されるケースを以下、説明する。

【 0 0 4 2 】

n が 3 以上の奇数である場合、(2 m - 1) 番目、(2 m - 3) 番目、(2 m - 5) 番目、・・・および 1 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 2 電極 1 6 は、(2 m) 番目、(2 m - 2) 番目、(2 m - 4) 番目、・・・および 2 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 2 電極 1 6 に電氣的にそれぞれ接続されている。ここで、m の値は式： $m = (n - 1) / 2$ により定義される。(2 m) 番目、(2 m - 2) 番目、(2 m - 4) 番目、・・・および 2 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 1 電極 1 5 が、(2 m + 1) 番目、(2 m - 1) 番目、(2 m - 3) 番目、・・・、および 3 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 1 電極 1 5 に電氣的にそれぞれ接続されている。

【 0 0 4 3 】

n が偶数である場合、(2 m - 1) 番目、(2 m - 3) 番目、(2 m - 5) 番目、・・・1 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 2 電極 1 6 は、(2 m) 番目、(2 m - 2) 番目、(2 m - 4) 番目、・・・2 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 2 電極 1 6 に電氣的にそれぞれ接続されている。ここで、m の値は式： $m = n / 2$ により定義される。n が 4 以上である場合、(2 m - 2) 番目、(2 m - 4) 番目、・・・2 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 1 電極 1 5 が、(2 m - 1) 番目、(2 m - 3) 番目、・・・3 番目のパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 の第 1 電極 1 5 に電氣的に接続される。

【 0 0 4 4 】

図 2 2 に示されるように、パイプ形状の熱発電デバイス 8 1 には、軸方向に沿って溝 1 9 が形成され得る。溝 1 9 は中空であり得るが、溝 1 9 には必要に応じて絶縁体が充填され得る。溝 1 9 の角度 θ は 1 度以上 1 0 度以下が好ましい。

【 0 0 4 5 】

(実施例)

以下の実施例に言及しながら、本発明をさらにより詳細に説明する。

【 0 0 4 6 】

(実施例 1 A)

以下の表 1 に従って、図 9 に示されるパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 を得た。

【 0 0 4 7 】

10

20

30

【表 1】

| | |
|--------------------|---------------------------------------------|
| 第1カップ状部材11の材料 | アルミニウム |
| 第1カップ状部材11の個数 | 199個 |
| d11 | 7ミリメートル |
| ds1 | 4ミリメートル |
| T1 | 0.7ミリメートル |
| $\theta 1$ | 20度 |
| 第2カップ状部材12の材料 | $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ |
| 第2カップ状部材11の個数 | 200個 |
| d12 | 7ミリメートル |
| ds2 | 4ミリメートル |
| T2 | 0.3ミリメートル |
| $\theta 2$ | 20度 |
| T1:T2 | 7:3 |
| 第1電極15および第2電極16の材料 | 銅 |

10

20

【0048】

パイプ形状の熱発電デバイス81の各端部はナットにより締め付けられた。当該ナットおよび第1電極15の間にはインコネル製のバネが挿入された。パイプ形状の熱発電デバイス81は当該バネにより軸方向に圧縮されながら、管状の炉の中に入れられた。パイプ形状の熱発電デバイス81は500 で2時間、加熱された。

【0049】

加熱後、パイプ形状の熱発電デバイス81を室温まで冷却した。このようにして、7ミリメートルの外径、4ミリメートルの内径、および700ミリメートルの長さを有するパイプ形状の熱発電デバイス81を得た。

30

【0050】

図12に示されるように、得られたパイプ形状の熱発電デバイス81を20 の温度を有する冷水83に浸漬した。内部貫通孔18に流量10リットル/分で80 の温度を有する温水84を循環させた。結果を表2に示す。

【0051】

最大発電電力は、以下の式により算出された。

最大発電電力の値 = ((電極間の開放電圧) / 2)² / (電極間の電気抵抗値)

ここで、開放電圧は、温度差を印加し、かつ電流を流さない状態で電極間に生じる電圧である。

40

電気抵抗値は、以下のよう求められる。

まず、温度差を印加しない状態で電極間に定電流が流され、電極間に生じる電圧を測定する。

次に、測定された電圧が当該定電流の値で除算され、電気抵抗値を算出する。

【0052】

(実施例1B~1E)

1 = 2 = 5、10、30、または45としたこと以外は、実施例1Aと同一の実験を行った。

【0053】

【表 2】

| | $\theta 1$ 、 $\theta 2$ | 最大発電電力値 (mW) |
|--------|-------------------------|--------------|
| 実施例 1B | 5 | 2390 |
| 実施例 1C | 10 | 3480 |
| 実施例 1A | 20 | 1530 |
| 実施例 1D | 30 | 670 |
| 実施例 1E | 45 | 130 |

10

【0054】

(実施例 2A ~ 2I)

T1:T2 の比を表 3 に示すように変化させたこと以外は、実施例 1A と同一の実験を行った。

【0055】

【表 3】

| | T1:T2 | 最大発電電力値 (mW) |
|------------------------|-------|--------------|
| 実施例 2A | 1:9 | 540 |
| 実施例 2B | 2:8 | 800 |
| 実施例 2C | 3:7 | 890 |
| 実施例 2D | 4:6 | 1110 |
| 実施例 2E | 5:5 | 1250 |
| 実施例 2F | 6:4 | 1670 |
| 実施例 2G (実施例 1A と同一) | 7:3 | 1530 |
| 実施例 2H | 8:2 | 1420 |
| 実施例 2I | 9:1 | 980 |

20

30

【0056】

(実施例 3A)

以下の表 4 に従って、実施例 1A の場合と同様に、図 19 に示されるような 900 ミリメートルの長さを有するパイプ形状の熱発電デバイス 81 を得た。結果を表 5 に示す。

【0057】

【表 4】

| | | |
|--------------------|---------------------------------|----|
| 第1カップ状部材11の材料 | 無酸素銅 | |
| 第1カップ状部材11の個数 | 199 | |
| d11 | 16ミリメートル | |
| ds1 | 10ミリメートル | |
| T1 | 0.95ミリメートル | |
| θ1 | 20度 | 10 |
| 第2カップ状部材12の材料 | ビスマス | |
| 第2カップ状部材11の個数 | 200 | |
| d12 | 16ミリメートル | |
| ds2 | 10ミリメートル | |
| T2 | 0.4ミリメートル | |
| θ2 | 20度 | |
| T1:T2 | 7:3 | 20 |
| 第1電極15および第2電極16の材料 | 銅 | |
| 外側突起71の大きさ(縦、横、高さ) | 1ミリメートル× 1ミリメートル× 2ミリメートル | |
| 内側突起72の大きさ(縦、横、高さ) | 1ミリメートル× 1ミリメートル× 2ミリメートル | 30 |

【0058】

(実施例3B~3E)

1 = 2 = 5、10、30、または45としたこと以外は、実施例3Aと同一の実験を行った。

【0059】

【表 5】

| | θ1、θ2 | 最大発電電力値 (mW) |
|-------|-------|--------------|
| 実施例3B | 5 | 200 |
| 実施例3C | 10 | 450 |
| 実施例3A | 20 | 350 |
| 実施例3D | 30 | 180 |
| 実施例3E | 45 | 60 |

【0060】

(実施例4A~4I)

T1:T2の比を表6に示すように変化させたこと以外は、実施例3Aと同一の実験を行った。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

【 表 6 】

| | T1:T2 | 最大発電電力値 (mW) |
|--------|-------|--------------|
| 実施例 4A | 1:9 | 210 |
| 実施例 4B | 2:8 | 230 |
| 実施例 4C | 3:7 | 270 |
| 実施例 4D | 4:6 | 300 |
| 実施例 4E | 5:5 | 330 |
| 実施例 4F | 6:4 | 350 |
| 実施例 4G | 7:3 | 350 |
| 実施例 4H | 8:2 | 280 |
| 実施例 4I | 9:1 | 180 |

10

【 0 0 6 2 】

(実施例 5 A)

以下の表 7 に従って、実施例 1 A の場合と同様に、図 9 に示されるパイプ形状の熱発電

20

デバイス 8 1 を得た。結果を表 8 に示す。

【 0 0 6 3 】

【 表 7 】

| | |
|------------------------------|------------|
| 第 1 カップ状部材 1 1 の材料 | アルミニウム |
| 第 1 カップ状部材 1 1 の個数 | 1 9 9 個 |
| d11 | 7 ミリメートル |
| ds1 | 4 ミリメートル |
| T1 | 0.7 ミリメートル |
| $\theta 1$ | 2 0 度 |
| 第 2 カップ状部材 1 2 の材料 | PbTe |
| 第 2 カップ状部材 1 1 の個数 | 2 0 0 個 |
| d12 | 7 ミリメートル |
| ds2 | 4 ミリメートル |
| T2 | 0.3 ミリメートル |
| $\theta 2$ | 2 0 度 |
| T1:T2 | 7 : 3 |
| 第 1 電極 1 5 および第 2 電極 1 6 の材料 | 銅 |

30

40

【 0 0 6 4 】

(実施例 5 B ~ 5 E)

1 = 2 = 5、10、30、または 45 としたこと以外は、実施例 5 A と同一の実験を行った。

【 0 0 6 5 】

【表 8】

| | $\theta 1$ 、 $\theta 2$ | 最大発電電力値 (mW) |
|--------|-------------------------|--------------|
| 実施例 5B | 5 | 1550 |
| 実施例 5C | 10 | 1510 |
| 実施例 5A | 20 | 730 |
| 実施例 5D | 30 | 340 |
| 実施例 5E | 45 | 90 |

10

【0066】

(実施例 6A ~ 6I)

T1 : T2 の比を表 9 に示すように変化させたこと以外は、実施例 5A と同一の実験を行った。

【0067】

【表 9】

| | T1:T2 | 最大発電電力値 (mW) |
|------------------------|-------|--------------|
| 実施例 6A | 1:9 | 640 |
| 実施例 6B | 2:8 | 780 |
| 実施例 6C | 3:7 | 920 |
| 実施例 6D | 4:6 | 1050 |
| 実施例 6E | 5:5 | 940 |
| 実施例 6F | 6:4 | 810 |
| 実施例 6G (実施例 5A と同一) | 7:3 | 730 |
| 実施例 6H | 8:2 | 700 |
| 実施例 6I | 9:1 | 520 |

20

30

【0068】

(実施例 7A)

以下の表 10 に従って、実施例 1A の場合と同様に、図 9 に示される 300 ミリメートルの長さを有するパイプ形状の熱発電デバイス 81 を得た。結果を表 11 に示す。

【0069】

【表 1 0】

| | | |
|--------------------|---------------------------------------------|----|
| 第1カップ状部材11の材料 | ニッケル | |
| 第1カップ状部材11の個数 | 49個 | |
| d11 | 14ミリメートル | |
| ds1 | 10ミリメートル | |
| T1 | 1.2ミリメートル | |
| $\theta 1$ | 20度 | 10 |
| 第2カップ状部材12の材料 | $\text{Bi}_{0.8}\text{Sb}_{1.2}\text{Te}_3$ | |
| 第2カップ状部材11の個数 | 50個 | |
| d12 | 14ミリメートル | |
| ds2 | 10ミリメートル | |
| T2 | 0.3ミリメートル | |
| $\theta 2$ | 20度 | |
| T1:T2 | 8:2 | 20 |
| 第1電極15および第2電極16の材料 | 銅 | |

【0070】

(実施例7B~7E)

1 = 2 = 5、10、30、または45としたこと以外は、実施例7Aと同一の実験を行った。

【0071】

【表 1 1】

| | $\theta 1$ 、 $\theta 2$ | 最大発電電力値 (mW) |
|-------|-------------------------|--------------|
| 実施例7B | 5 | 860 |
| 実施例7C | 10 | 1710 |
| 実施例7A | 20 | 1260 |
| 実施例7D | 30 | 570 |
| 実施例7E | 45 | 160 |

【0072】

(実施例8A~8I)

T1:T2の比を表12に示すように変化させたこと以外は、実施例7Aと同一の実験を行った。表12は結果を示す。

【0073】

10

20

30

40

【表 1 2】

| | T1:T2 | 最大発電電力値 (mW) |
|-------------------------|-------|--------------|
| 実施例 8A | 1:9 | 1760 |
| 実施例 8B | 2:8 | 1750 |
| 実施例 8C | 3:7 | 1610 |
| 実施例 8D | 4:6 | 1480 |
| 実施例 8E | 5:5 | 1390 |
| 実施例 8F | 6:4 | 1330 |
| 実施例 8G | 7:3 | 1300 |
| 実施例 8H (実施例 7 A と同一) | 8:2 | 1260 |
| 実施例 8I | 9:1 | 1060 |

10

【 0 0 7 4 】

(実施例 9 A)

20

以下の表 1 3 に従って、実施例 1 A の場合と同様に、図 9 に示される 3 0 0 ミリメートルの長さを有するパイプ形状の熱発電デバイス 8 1 を得た。結果を表 1 4 に示す。

【 0 0 7 5 】

【表 1 3】

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| 第 1 カップ状部材 1 1 の材料 | コバルト |
| 第 1 カップ状部材 1 1 の個数 | 49 個 |
| d11 | 14 ミリメートル |
| ds1 | 10 ミリメートル |
| T1 | 1.2 ミリメートル |
| $\theta 1$ | 20 度 |
| 第 2 カップ状部材 1 2 の材料 | $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.9}$ |
| 第 2 カップ状部材 1 1 の個数 | 50 個 |
| d12 | 14 ミリメートル |
| ds2 | 10 ミリメートル |
| T2 | 0.3 ミリメートル |
| $\theta 2$ | 20 度 |
| T1:T2 | 8:2 |
| 第 1 電極 1 5 および第 2 電極 1 6 の材料 | 銅 |

30

40

【 0 0 7 6 】

(実施例 9 B ~ 9 E)

1 = 2 = 5、10、30、または 45 としたこと以外は、実施例 9 A と同一の実験を行った。

【 0 0 7 7 】

50

【表 1 4】

| | $\theta 1$ 、 $\theta 2$ | 最大発電電力値 (mW) |
|--------|-------------------------|--------------|
| 実施例 9B | 5 | 860 |
| 実施例 9C | 10 | 2050 |
| 実施例 9A | 20 | 1330 |
| 実施例 9D | 30 | 560 |
| 実施例 9E | 45 | 150 |

10

【0078】

(実施例 10A ~ 10I)

T1 : T2 の比を表 1 5 に示すように変化させたこと以外は、実施例 9 A と同一の実験を行った。表 1 5 は結果を示す。

【0079】

【表 1 5】

| | T1:T2 | 最大発電電力値 (mW) |
|--------------------------|-------|--------------|
| 実施例 10A | 1:9 | 2030 |
| 実施例 10B | 2:8 | 1920 |
| 実施例 10C | 3:7 | 1710 |
| 実施例 10D | 4:6 | 1550 |
| 実施例 10E | 5:5 | 1440 |
| 実施例 10F | 6:4 | 1370 |
| 実施例 10G | 7:3 | 1340 |
| 実施例 10H (実施例 9 A と同一) | 8:2 | 1330 |
| 実施例 10I | 9:1 | 1180 |

20

30

【産業上の利用可能性】

【0080】

本発明は、新規なパイプ形状の熱発電デバイスを提供する。

【 図 1 】

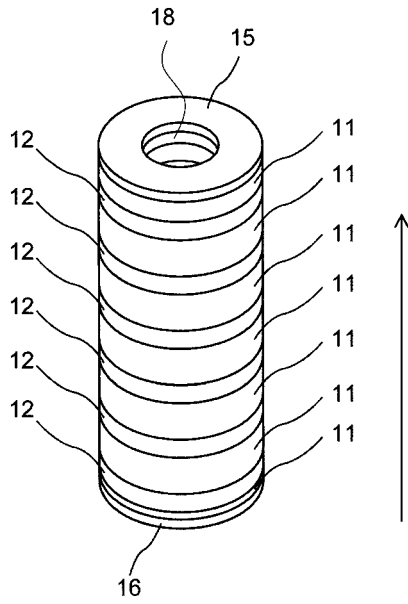


Fig.1

【 図 2 】

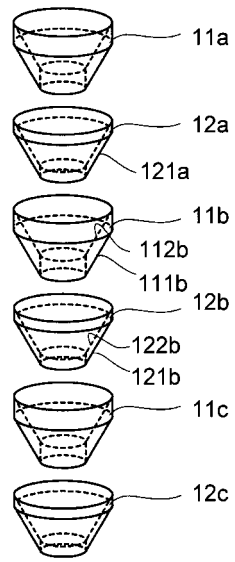


Fig.2

【 図 3 】

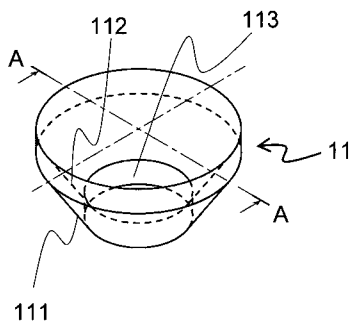


Fig.3

【 図 4 】

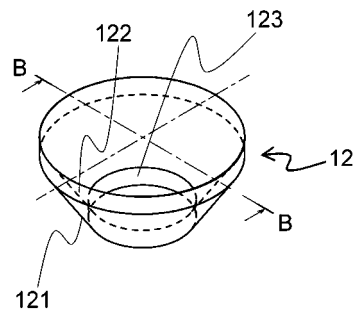


Fig.4

【 図 5 】

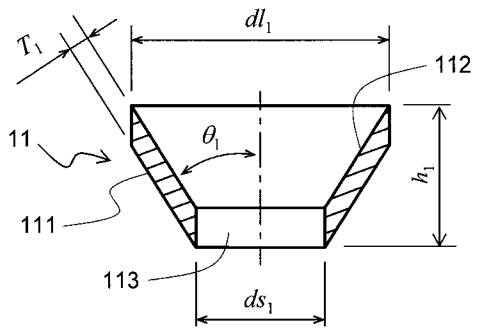


Fig.5

【 図 6 】

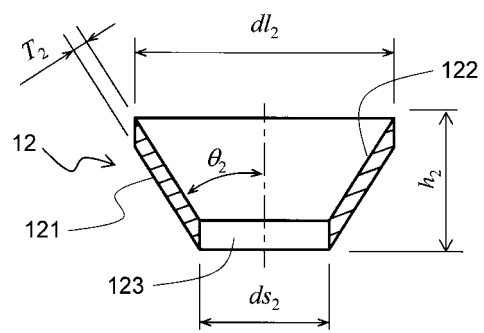


Fig.6

【 図 7 】

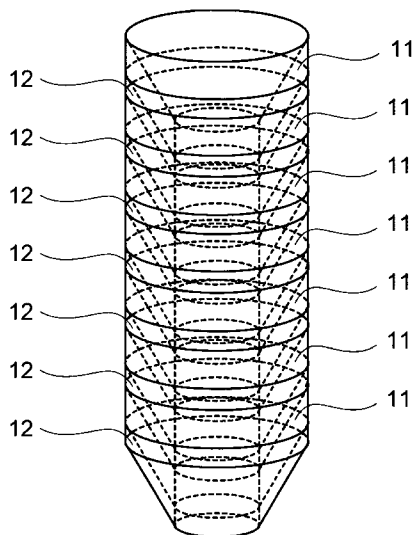


Fig.7

【 図 8 】

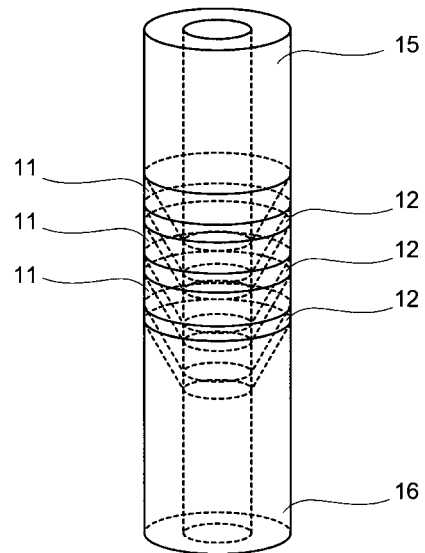


Fig.8

【 図 9 】

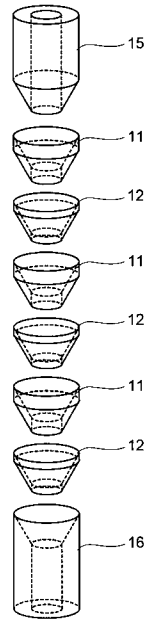


Fig.9

【 図 10 】

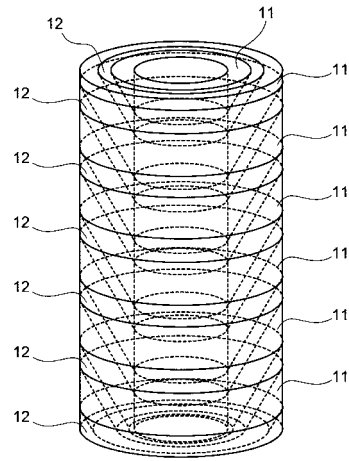


Fig.10

【 図 11 】

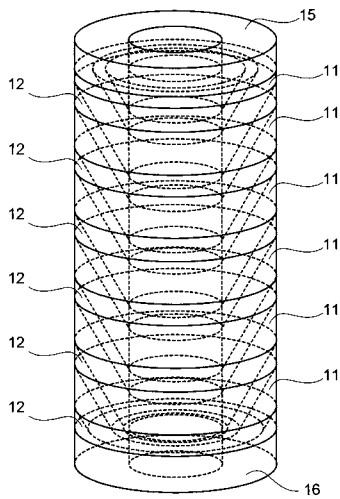


Fig.11

【 図 12 】

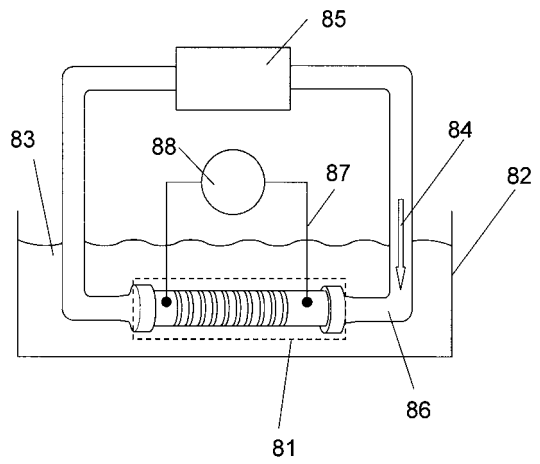


Fig.12

【 図 1 3 】

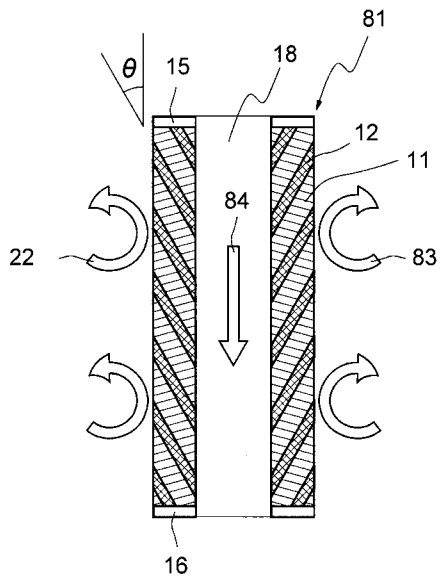


Fig.13

【 図 1 4 】

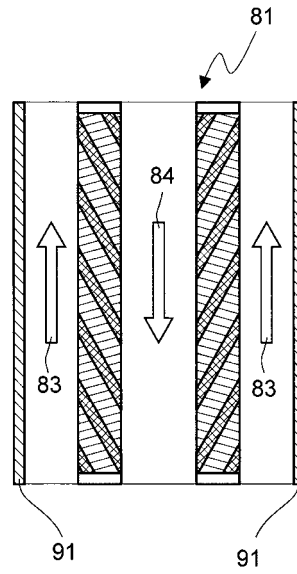


Fig.14

【 図 1 5 】

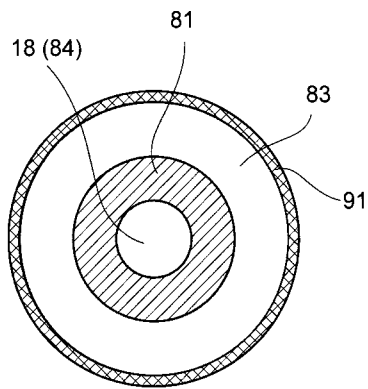


Fig.15

【 図 1 6 】

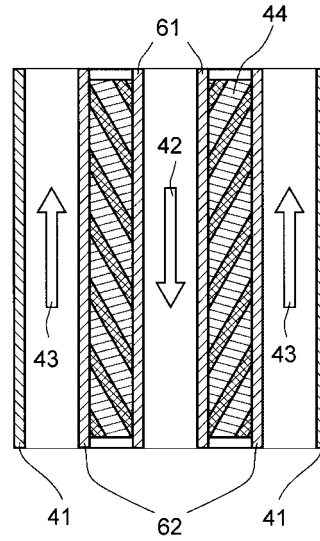


Fig.16

【 図 17 】

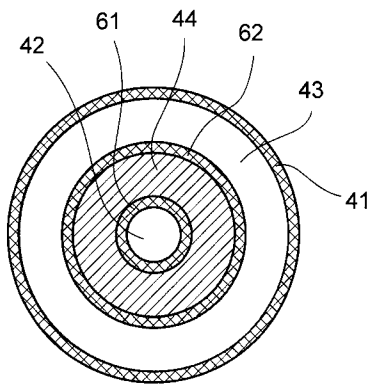


Fig.17

【 図 18 】

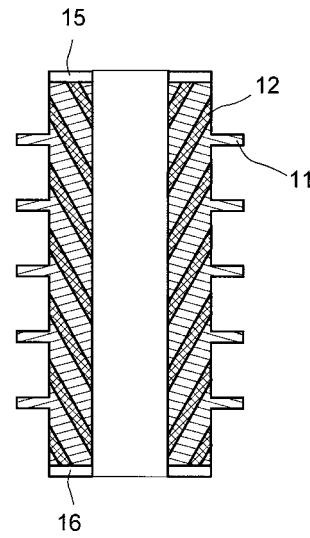


Fig.18

【 図 19 】

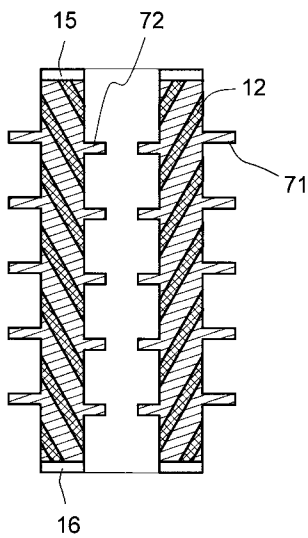


Fig.19

【 図 20 】

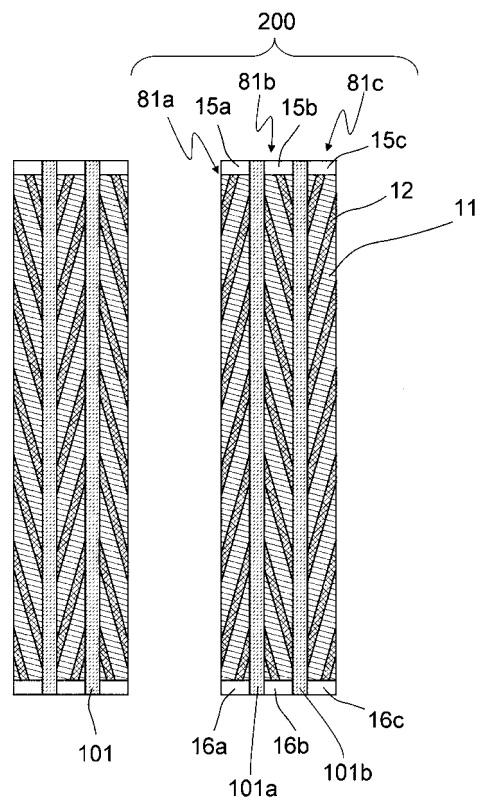


Fig.20

【 2 1 】

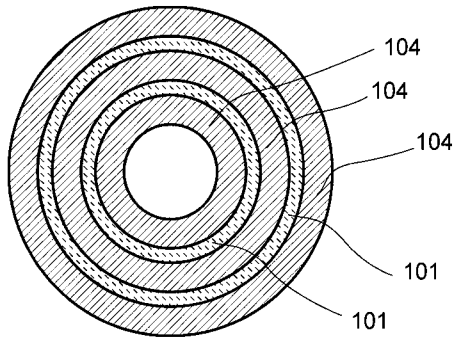


Fig.21

【 2 2 】

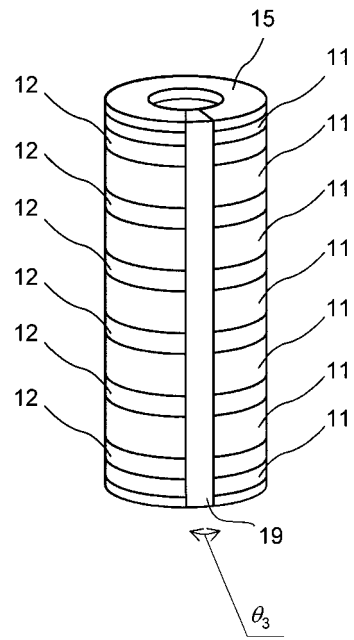


Fig.22

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2010-171629(P2010-171629)

(32)優先日 平成22年7月30日(2010.7.30)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(72)発明者 山田 由佳

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 表 篤志

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 上田 大助

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 羽鳥 友哉

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0303375(US, A1)

特開平11-068176(JP, A)

特開2008-305991(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 35/32

H02N 11/00