

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-71438

(P2018-71438A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
<b>F03G</b>	<b>4/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F03G	4/00	501	
<b>F24T</b>	<b>10/00</b>	<b>(2018.01)</b>	F24J	3/08		
<b>F22B</b>	<b>3/04</b>	<b>(2006.01)</b>	F22B	3/04		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2016-212357 (P2016-212357)	(71) 出願人	514019671 ジャパン・ニュー・エナジー株式会社 東京都千代田区神田須田町二丁目19番地8
(22) 出願日	平成28年10月28日(2016.10.28)	(74) 代理人	100167690 弁理士 横井 直
		(72) 発明者	坂本 秀男 東京都千代田区神田須田町二丁目19番地8 ジャパン・ニュー・エナジー株式会社内
		(72) 発明者	横峯 健彦 京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院工学研究科内

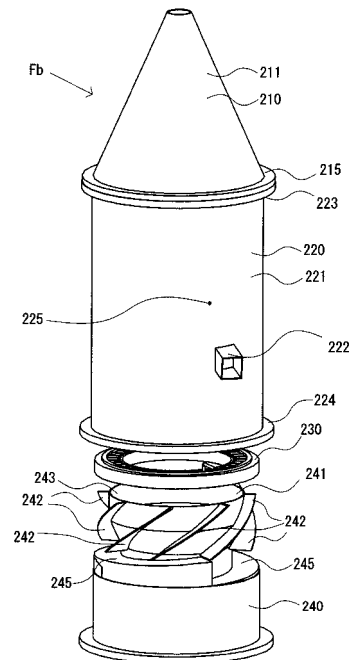
(54) 【発明の名称】 気水分離装置、地熱発電装置及び地熱発電方法

(57) 【要約】

【課題】地熱帯から得られた熱量を地上で有効に利用して発電効率を高めることができる気水分離装置、地熱発電装置及び地熱発電方法を提供すること。

【解決手段】高温及び高压の媒体を減圧沸騰させることで蒸気を発生させ、蒸気及び媒体を分離する気水分離装置F bであって、媒体を回転させて搬送する螺旋状の搬送通路2 4 0と搬送通路2 4 0から気水分離装置F bの内壁に向けて媒体を散布する噴出孔2 3 2を設けた噴出部2 3 0と、噴出部2 3 0と搬送通路2 4 0の内部を通過して蒸気とならなかった熱水を回収する熱水回収部2 3 5と、を備えたことを特徴とする。

【選択図】 図19



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

高温及び高圧の媒体を減圧沸騰させることで蒸気を発生させ、前記蒸気及び前記媒体を分離する気水分離装置であって、主に前記媒体を旋回させて搬送する螺旋状の搬送通路と前記搬送通路から前記気水分離装置の内壁に向けて前記媒体を散布する噴出孔を設けた噴出部と、前記噴出部と前記搬送通路の内部を通過して蒸気とならなかった熱水を回収する熱水回収部と、を備えたことを特徴とする気水分離装置。

**【請求項 2】**

前記搬送通路は、前記気水分離装置に前記媒体を取り入れる取入口と連通し、上方に向かって螺旋状に形成した第 1 の搬送通路と、上方に向かって螺旋状に形成した複数の螺旋片により前記第 1 の搬送通路を通った前記媒体を搬送する第 2 の搬送通路と、を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の気水分離装置。

10

**【請求項 3】**

前記噴出部は、前記第 2 の搬送通路を通過した前記媒体を取り入れる取入孔を設け、前記噴出孔の中心と取入孔との中心とを結んだ線が水平方向に対して傾斜した位置に前記噴出孔及び前記取入孔を設けたことを特徴とする請求項 2 に記載の気水分離装置。

**【請求項 4】**

前記噴出孔は、前記噴出部の内径側に寄せて配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の気水分離装置。

**【請求項 5】**

前記噴出孔及び前記取入孔の間に、前記媒体に微小気泡を溶存させる微小気泡溶存部を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の気水分離装置。

20

**【請求項 6】**

請求項 1 乃至請求項 5 に記載の前記気水分離装置を使用し、地熱帯の熱によって熱せられた媒体を熱源として発電する地熱発電装置であって、

外側に前記地熱帯へ前記媒体を移送する媒体注入管と、前記媒体注入管の内側に前記地熱帯の熱によって熱せられた前記媒体を取り出す媒体取出管とを備えた媒体移送管と、

低温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の低い断熱構造を設けた前記媒体取出管と、高温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の高い吸熱構造を設けた前記媒体注入管と、を設け、

30

前記地熱帯により熱を吸収した高温の前記媒体を、蒸発曲線よりも高い圧力を加えて、蒸気を発生しないように液体の状態で地上にある前記気水分離装置まで移送し、前記気水分離装置にて減圧沸騰させることで蒸気を発生させ、前記蒸気によって発電を行うことを特徴とする地熱発電装置。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載の地熱発電装置を使用した発電方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

40

**【0001】**

本発明は、地熱帯を熱源として熱交換を行う地熱交換器に使用される気水分離装置及び、地熱帯を熱源として熱交換を行う地熱交換器を利用して発電を行う地熱発電装置及び地熱発電方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来から地熱発電装置では、地熱帯に存在する自然の蒸気を自然の圧力を利用して取り出し、気水分離して使用方法であるため、取り出された蒸気には地熱帯特有の硫黄やその他の不純物が多量に含まれている。この不純物はスケールとなって、熱井戸や配管類、あるいはタービンの羽根等に付着する。スケールが付着すると、経年的に発電量が減少

50

し、長期間の使用が困難となる。

【0003】

特許文献1では、バイナリー発電システムにおいて、熱源流体が地熱流体または地熱との熱交換により吸熱し、蒸発器で放熱して再び地熱流体または地熱との熱交換のために還流する閉ループ循環流路を構成するとともに、低沸点媒体を冷却する冷却流体についても、地中に放熱冷却を行う閉ループ流路を構成するか、蒸発器を通過した後の熱源流体を駆動熱源とする冷凍機と熱交換器を備え、凝縮器における低沸点媒体の凝縮液化を最適化できるように、冷却流体の温度を制御して凝縮器への冷却流体供給を行う閉ループ流路を構成する地熱発電システムが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-84857号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のように、温泉水を汲み上げて利用する発電方法では、配管設備やタービン等の設備にスケールが付着して経年的には発電量が低下し、又はメンテナンスが必要である。環境面においても温泉水を汲み上げて利用するため、温泉水の吐出量等に影響することもある。また、汲み上げて温泉水を発電に利用した後の水は、還元井から大地に戻るのであるが、スケールを除去するための化学物質等が含まれており環境に与える影響が少なからず発生する。

また、特許文献1に見られるように地下の熱だけを利用して発電を行う方法は、環境によく温泉水への湯量や化学物質等への懸念も考慮する必要がないため有効である。

【0006】

しかしながら、地下で熱せられた熱水は、地熱帯の温度にもよるが必ずしも高温でない場合がある。そのため、高温を必要とする場合には、深度を深く掘削する必要があるがコストが掛かってしまうという問題がある。

そのため、過度の深度を必要とせず地中から得られた蒸気や熱水を有効に利用するために、気水分離器から発生した蒸気を有効に活用し、また熱水からの蒸気量を増大させ、また熱水を有効に気水分離器まで移送するいずれかの課題を満たす技術が必要になってきた。

【0007】

本発明は、このような課題を鑑みされたものであり、地熱帯から得られた熱量を地上において有効に利用し、発電効率を高めることができる気水分離装置、地熱発電装置及び地熱発電方法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】

【0008】

本発明は、上述の目的を達成するために、以下の手段を採った。

【0009】

高温及び高圧の媒体を減圧沸騰させることで蒸気を発生させ、前記蒸気及び前記媒体を分離する気水分離装置であって、主に前記媒体を旋回させて搬送する螺旋状の搬送通路と前記搬送通路から前記気水分離装置の内壁に向けて前記媒体を散布する噴出孔を設けた噴出部と、前記噴出部と前記搬送通路の内部を通過して蒸気とならなかった熱水を回収する熱水回収部と、を備えたことを特徴とする。

【0010】

以上の構成によって、搬送通路は、媒体を旋回させることで媒体が分散し、媒体が気水分離器F内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気に変化する時間を十分に得ることが可能である。このようにできる限り媒体が留まりやすい構造とすることにより蒸気量を多く取り出すことができる。

10

20

30

40

50

また、蒸気化できなかった媒体を、噴出部と搬送通路の内部を通過して回収することにより、回収機構を含めて気水分離器をコンパクトに作成することが可能となる。また気水分離器の下方にて蒸気化した蒸気は、噴出部と搬送通路の内部を通過して回収することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、第1実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の構成を示す概要図である。

【図2】図2は、第1実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の地上接続部を現した斜視図である。

【図3】図3は、第1実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の気水分離器を切断し、内部を現した斜視図である。

【図4】図4は、第1実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の気水分離器を切断し、内部を現した側面図による気水を分離する様子を現した説明図である。

【図5】図5は、第1実施形態にかかる本発明の気水分離器に内蔵される分離装置の斜視図である。

【図6】図6は、第1実施形態にかかる本発明の気水分離器に内蔵されるノズルに装着した状態を示す分離装置の斜視図である。

【図7】図7は、第1実施形態にかかる本発明の気水分離器に内蔵されるノズルに装着した分離装置の隠線を現した斜視図である。

【図8】図8は、第1実施形態にかかる本発明の分離装置による気水を分離する様子を現した説明図である。

【図9】図9は、第1実施形態にかかる本発明の分離装置の変形例1を斜視図により示し、気水を分離する様子を現した説明図である。

【図10】図10は、第1実施形態にかかる本発明の温水サービスタンク内の気水の流れを現した説明図である。

【図11】図11は、第1実施形態にかかる本発明の温水サービスタンクの変形例における温水サービスタンク内の気水の流れを現した説明図である。

【図12】図12は、第1実施形態にかかる本発明の温水サービスタンクの変形例における温水サービスタンク内の気水の流れを現した説明図である。

【図13】図13は、第1実施形態にかかる本発明の水の状態変化の概要図である。

【図14】図14は、第1実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の媒体移送管の深度と熱水の温度分布の関係を示す関係図である。

【図15】図15は、第2実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の構成を示す概要図である。

【図16】図16は、第3実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の構成を示す概要図である。

【図17】図17は、第4実施形態にかかる本発明の地熱発電装置の構成を示す概要図である。

【図18】図18は、第1実施形態にかかる本発明の変形例2の気水分離器を正面から現した説明図である。

【図19】図19は、第1実施形態にかかる本発明の変形例2の気水分離器の上部を分解して現した斜視図である。

【図20】図20は、第1実施形態にかかる本発明の変形例2の気水分離器の旋回流機構部を現した斜視図である。

【図21】図21は、第1実施形態にかかる本発明の変形例2の気水分離器の旋回流機構部及び噴出機構部を現した斜視図である。

【図22】図22は、第1実施形態にかかる本発明の変形例2の気水分離器の噴出機構部を現した斜視図である。

【図23】図23は、第1実施形態にかかる本発明の変形例2の気水分離器の噴出機構部

10

20

30

40

50

を現した平面図である。

【図 2 4】図 2 4 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の噴出機構部の図 2 3 の A - B 部分の断面図である。

【図 2 5】図 2 5 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の噴出機構部の内部を通した透視斜視図である。

【図 2 6】図 2 6 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器の外郭を縦方向に切断し内部を現した概要図である。

【図 2 7】図 2 7 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器の気水の分離の様子を現した説明図である。

【図 2 8】図 2 8 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器の熱水の分散の様子を現した説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明にかかる地熱発電装置 1、100、200 の実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態及び図面は、本発明の実施形態の一部を例示するものであり、これらの構成に限定する目的に使用されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更することができる。各図において対応する構成要素には同一又は類似の符号が付されている。

【0013】

(第 1 実施形態)

20

第 1 実施形態にかかる地熱発電装置 1 を、図 1 乃至図 1 4 を参照して説明する。図 1 は、第 1 実施形態にかかる本発明の地熱発電装置 1 の構成を示す概要図である。図 2 は、第 1 実施形態にかかる本発明の地熱発電装置 1 の地上接続部 30 を現した斜視図である。図 3 は、第 1 実施形態にかかる本発明の地熱発電装置 1 の気水分離器 F を切断し、内部を現した斜視図である。図 4 は、第 1 実施形態にかかる本発明の地熱発電装置 1 の気水分離器 F を切断し、内部を現した側面図による気水を分離の様子を現した説明図である。図 5 は、第 1 実施形態にかかる本発明の気水分離器 F に内蔵される分離装置 60 の斜視図である。図 6 は、第 1 実施形態にかかる本発明の気水分離器 F に内蔵されるノズル 51 に装着した状態を示す分離装置 60 の斜視図である。図 7 は、第 1 実施形態にかかる本発明の気水分離器 F に内蔵されるノズル 51 に装着した分離装置 60 の隠線を現した斜視図である。図 8 は、第 1 実施形態にかかる本発明の分離装置 60 による気水を分離の様子を現した説明図である。図 9 は、第 1 実施形態にかかる本発明の分離装置 60 の変形例を斜視図により示し、気水を分離の様子を現した説明図である。図 10 は、第 1 実施形態にかかる本発明の温水サービスタンク 4 内の気水の流れを現した説明図である。図 11 は、第 1 実施形態にかかる本発明の温水サービスタンク 4 の変形例における温水サービスタンク 4 a 内の気水の流れを現した説明図である。図 12 は、第 1 実施形態にかかる本発明の温水サービスタンク 4 の変形例における温水サービスタンク 4 b 内の気水の流れを現した説明図である。図 13 は、第 1 実施形態にかかる本発明の水の状態変化の概要図である。図 14 は、第 1 実施形態にかかる本発明の地熱発電装置 1 の媒体移送管 10 の深度と熱水の温度分布の関係を示す関係図である。

30

40

【0014】

地熱発電装置 1 は、主に加圧給水ポンプ 3、媒体移送管 10、温水サービスタンク 4、復水ユニット 17、給水ユニット 18、気水分離器 F、蒸気タービン T、発電機 G 及び受電設備 T F とで構成されている。

地熱発電装置 1 は、蒸気タービン T に蒸気 V 1 を供給することで、発電機 G を回転させて発電を行い、受電設備 T F に電気を供給し送電網を介して電力会社等に電気を供給している。

蒸気タービン T は、タービン形式だけでなくスクリュウ形式のもの等であってもよく、蒸気によって発電可能なものであればよい。蒸気タービン T に供給される蒸気 V 1 は、熱水 L 3 を減圧沸騰させて気水分離器 F にて生成される。

50

## 【 0 0 1 5 】

気水分離器 F に供給される熱水 L 3 の全量は、蒸気 V 1 とされることがないため、気水分離器 F から多量の熱水 L 4 いわゆるドレンが温水サービスタンク 4 に送られる。また、蒸気タービン T で排気された蒸気 V 3 は、復水ユニット 1 7 に送られ、復水ユニット 1 7 に送られた蒸気 V 4 は、復水器 6 に接続される冷却塔 1 5 に送られる。送られた蒸気 V 4 は、凝縮され水に戻され復水器 6 を経由し、復水タンク 1 4 に一旦蓄えられてから復水ポンプ 5 によって温水サービスタンク 4 に送られる。

## 【 0 0 1 6 】

温水サービスタンク 4 の温水 L 8 は、加圧給水ポンプ 3 で温水 L 1 として媒体移送管 1 0 へ移送される。加圧給水ポンプ 3 で移送される温水 L 1 は、再度地熱帯 U のある深部で地中熱から熱を吸収し熱交換される。熱交換した熱水 L 2 は、後述する媒体移送管 1 0 により加圧給水ポンプ 3 で移送される。

10

## 【 0 0 1 7 】

(媒体移送管)

次に、媒体移送管 1 0 を説明する。地表 S から地中深部にある熱源となる地熱帯 U まで媒体移送管 1 0 が埋設されている。媒体移送管 1 0 は、外側に円筒状の媒体注入管 1 1 が埋設され、その媒体注入管 1 1 の周囲は地表 S から地熱帯 U に至る領域の前まで、すなわち発電に必要な温度よりも低い温度の地中の領域は、地熱セメント等により固められており、崩落の危険がないように施されている。媒体移送管 1 0 は、媒体移送管 1 0 の媒体注入管 1 1 の最深部に位置する地熱帯 U の流体又は岩盤からの熱を吸収する。媒体移送管 1 0 の長さは、地熱帯 U の温度により全長が変化し、2 0 0 前後を熱として吸収できる地熱帯まで伸びている。

20

## 【 0 0 1 8 】

媒体注入管 1 1 は、スチールやステンレス等の素材で形成されている。温度の高い地熱帯 U の領域において、媒体注入管 1 1 は、外周の表面積を多くし、地熱帯 U の熱を伝わりやすくするために、断面が円形の円柱状のフィンが溶接されている。媒体注入管 1 1 は、地表 S に近い温度の低い領域では、温水サービスタンク 4 から加圧されて注入される温水 L 1 の熱が奪われないように断熱材や空気層を設けた断熱構造がとられている。

## 【 0 0 1 9 】

媒体移送管 1 0 は、媒体注入管 1 1 の内側に、地熱帯 U で熱せられた水を移送する円筒状の媒体取出管 1 2 を設けている。媒体取出管 1 2 は、媒体注入管 1 1 の内側であって同軸上に円筒状に形成されている。媒体取出管 1 2 は、管の内側を熱水 L 3 が通過可能な円筒状とし、その外側は垂直方向に沿って真空断熱構造又は断熱材を付設した構造としている。

30

## 【 0 0 2 0 】

地熱帯 U で熱せられた熱水 L 3 は、気水分離器 F で減圧沸騰し蒸気が生成される。ここで、気水分離器 F は、蒸気を発生させる際のノズルは、自吸により微小気泡となるマイクロバブルやナノバブルを生成することができるノズルを使用しても良い。この構成により蒸気発生効率を向上させることができるので、水を移送する速度を落としても十分な蒸気量を確保できるため、地熱帯 U の熱吸収領域での水の滞在時間を多くとることができ、水が熱を吸収する時間が取れ高温の熱水とすることができる。

40

## 【 0 0 2 1 】

本実施例では地熱帯 U で熱交換する媒体として水を使用しているが、媒体としては、油、ガス(不活性ガス(窒素、二酸化炭素等))又はバイナリー発電で利用される水より沸点が低い媒体(水とアンモニアの混合物等)が考えられる。また、媒体として水又は不活性ガスを使用した場合において、媒体移送管 1 0 の破損等があり外部に流出したとしても、水又は不活性ガスであれば環境に害を与えることはなく、作業面においても安全に扱うことが可能である。

## 【 0 0 2 2 】

(地上接続部)

50

次に、媒体移送管 10 に接続され、地上側に突出した地上接続部 30 について図 2 を参照し説明する。

地上接続部 30 は、地下に埋設される媒体移送管 10 と地上側の気水分離器 F 及び加圧給水ポンプ 3 の設備とを接続する部分である。地上接続部 30 の上部に設けられている断熱された上部接続管 35 は、熱水 L3 を気水分離器 F まで移送するための接続部分である。上部接続管 35 は、フランジ 36、37 を介して媒体取出管 12 と連通している。

また、フランジ 36、37 を貫通したエア配管 34 は、媒体注入管 11 内の空気を抜くために、図示しない弁が設けられている。エア配管 34 の弁を操作し、空気を抜く作業は、媒体注入管 11 の上部にたまった空気により、加圧給水ポンプ 3 がエア噛みを起こし、加圧給水ポンプ 3 が温水 L1 を送ることができなくなることを防いでいる。

10

#### 【0023】

媒体注入管 11 は、中間配管部 33 に加圧給水ポンプ 3 と接続される注入配管部 41 及びドレンを排出するためのドレン排出管 42・43 を備えている。ドレン排出管 42・43 は、緊急時や媒体取出管 12 の交換時等において、中間配管部 33 にある水を抜くための配管であり、通常運転時は図示しないバルブが閉じた状態である。

#### 【0024】

地上接続部 30 は、地下に埋設される媒体移送管 10 と地上側の気水分離器 F 及び加圧給水ポンプ 3 とを接続する部分である。地上接続部 30 は、下端の地下接続管 32 の内部にある媒体注入管 11 と接続されコンクリート 31 で固められている。コンクリート 31 は、媒体注入管 11 の外側から地下水が吹き上げてくるのを防止すると共に媒体移送管 10 を支えるための強度を保持している。

20

#### 【0025】

(気水分離器)

図 3 乃至図 28 を参照し、上部接続管 30 からの熱水 L3 を減圧沸騰させた熱水及び蒸気を分離する変形例を含め気水分離器 F (F・Fa・Fb) について説明する。

まず、図 3 乃至図 8 を参照し、上部接続管 30 からの熱水 L3 を減圧沸騰させた熱水及び蒸気を分離する気水分離器 F について説明する。気水分離器 F は、円筒状の圧力容器となっており中間からやや下方の位置に、円形状の配管であるノズル 51 が設けられている。ノズル 51 は、先端から熱水 L3 を噴出し、容器内にて減圧沸騰させ蒸気を発生させている。また、気水分離器 F の内外のいずれかに圧力(蒸気発生量)を調整する図示しないコントロール弁が設けられている。

30

#### 【0026】

ノズル 51 は、先端の内部に三点の支持軸 65 により固定される分離装置 60 を設けている。また、分離装置 60 の下方は、板状の受け板 54 を設け、その受け板 54 の一部を切り欠き排出口 55 を設けている。受け板 54 は、排出口 55 に向かって緩やかに傾斜して設けられており熱水 L3 を誘導している。

受け板 54 の下方には、蒸気とならなかった所謂ドレンを温水サービスタンク 4 に移送する温水サービスタンク配管 52 が設けられている。

#### 【0027】

分離装置 60 は、蒸気量を増大させるために設けられており、特にノズル 51 からの蒸気量が充分確保できる場合には分離装置 60 を付けなくとも良いが、蒸気量を増大させる方法として最も良い。

40

分離装置 60 は、ノズル 51 から吹き出し方向に向かって円錐状に広がったホーン部 61 が形成されている。また、ホーン部 61 の円周上に沿って連続した誘導片 62a、62b、62c、62d が円周方向に対して均等に 4 つ設けられている。誘導片 62 は、図 8 に示すように側面から見て約 30 度から 60 度程度の傾斜を伴った一定の長さの片が連続してホーン部 61 の円周を囲んでいる。誘導片 62 は、主に熱水 L3 を誘導片 62 に沿って螺旋状に巡回させている。

#### 【0028】

ホーン部 61 の先端 66 は、通し孔となる複数の蒸気取入孔 68 を設けている。この蒸

50

気取入孔 6 8 は、熱水 L 3 を僅かしか通さないのので、熱水 L 3 はホーン部 6 1 の内部に僅かしか侵入することなくホーン部 6 1 の外周を通過する。

分離装置 6 0 のホーン状に広がった径は、ノズル 5 1 の外形の 1.5 倍から 3 倍程度が適しており、分離装置 6 0 の全長は気水分離器 F の内径に合わせて設けても良い。

#### 【0029】

また、誘導片 6 2 と誘導片 6 2 との間のホーン部 6 1 は、通し孔となる誘導孔 6 3 が、誘導片 6 2 に沿って複数個設けられている。誘導孔 6 3 は、蒸気 V 1 を分離装置 6 0 の外から内部に誘導する孔である。そのため、誘導孔 6 3 を設けることで、密度の小さい蒸気 V 1 は誘導孔 6 3 を通り抜けるが、密度の大きな熱水 L 3 は通り抜けることが困難となり、誘導片 6 2 に誘導されて放射状に散る。たとえ熱水 L 3 が誘導孔 6 3 を通り抜けたとしても、流速は落とされ液滴状になることが期待され、さらに蒸気化する可能性がある。

10

#### 【0030】

次に、図 4 及び図 8 を使用して気水が分離する作用を説明する。ノズル 5 1 から気水分離器 F の内部に噴出した熱水 L 3 は、減圧沸騰され蒸気 V 1 が発生する。噴出した熱水 L 3 は、上記した誘導片 6 2 に沿って螺旋状に旋回しながら周囲に飛散する。また、蒸気 V 1 も熱水 L 3 と同様に旋回するが、一部は上記した誘導孔 6 3 からホーン部 6 1 に内部に誘導され、前方に吹きだされる。吹き出された蒸気 V 1 及び旋回した蒸気 V 1 は密度が小さいため上方の蒸気取出管 5 3 に移送する。

しかし、蒸気 V 1 とならなかった熱水 L 3 は、重力により受け板 5 4 に落下する。ここで、受け板 5 4 に流れる途中であっても、熱水 L 3 が蒸気 V 1 となれば、蒸気 V 1 は上昇し蒸気取出管 5 3 に移送される。

20

尚、蒸気とならなかった熱水 L 4 は、受け板 5 4 の切り欠き口が形成された排出口 5 5 から温水サービスタンク 4 に移送される。

#### 【0031】

そして、分離装置 6 0 の誘導片 6 2 は、熱水 L 3 を旋回させることで熱水が分散し、熱水 L 3 が気水分離器 F 内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気 V 1 に変化する時間を十分に得ることが可能である。このようにできる限り熱水 L 3 が留まりやすい構造とすることにより蒸気量を多く取り出すことができる。

以上のように、本発明の分離装置 6 0 は、所謂フラッシュ率を向上させることで蒸気量を増やし、発電能力を高めるための構造となっている。

30

#### 【0032】

気水分離器 F における分離装置の変形例 1

次に、別例となる気水分離器 F a を、図 9 に沿って説明する。尚、上記した構造又は機能と同じ箇所には同じ符号が付してあり説明を省略し、異なる部分を説明する。

上記と主に異なる部分は、分離装置 6 0 の噴き出し方向が上方に向かっている点と、天板 8 6 が設けられている点である。

#### 【0033】

分離装置 6 0 自体は、上述した構造と同じであるが、上方に向けることによって蒸気 V 1 の吸い込み量を増加させ、蒸気の全体の容量を増加させている。

また、気水分離器 F a の上方に設けた天板 8 6 は、気水分離器 F a の天井に支持棒 8 3 により吊り下げて設けられている。

40

天板 8 6 は、分離装置 6 0 の上方の位置し、蒸気取出管 5 3 を覆うように上方の全領域に亘った円錐状のステンレス材等により形成されている。天板 8 6 の至る所にパチングによって開けられた通し孔となる蒸気通過孔 8 7 が複数設けられ、熱水 L 3 が接する接触面積を多くしている。

#### 【0034】

分離装置 6 0 自体は、上述と同じ作用効果を奏する。天板 8 6 は、接触面積を多くすることによって、分離装置 6 0 から噴出した熱水 L 3 は、天板 8 6 に当接すると、蒸気通過孔 8 7 やそれ以外の板金に接し、落下する間に蒸気 V 1 と変化する時間を稼いでいる。そのため、温水サービスタンク配管 5 2 に熱水 L 3 が落下するまでの時間を多く稼げるかに

50

よって、蒸気量が変わってくる。

分離装置 60 及び天板 86 は、熱水 L3 が滞在する時間を稼ぐことで、蒸気 V1 に変化  
する時間を設けることが可能である。以上の構造によって、できる限り熱水 L3 が留まり  
易い構造であるため蒸気量を多く取り出すことができる。本発明の分離装置 60 及び天板  
86 は、所謂フラッシュ率を向上させることで蒸気量を増やし、発電能力を高めるための  
構造となっている。

#### 【0035】

気水分離器における分離装置の変形例 2

次に、別例となる気水分離器 Fb を、図 18 乃至図 28 に沿って説明する。図 19 は、  
第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器 Fb の上部を分解して現した斜視図  
である。図 20 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器 Fb の旋回流機  
構部 240 を現した斜視図である。図 21 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の  
気水分離器 Fb の旋回流機構部 240 及び噴出機構部 230 を現した斜視図である。図 2  
2 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器 Fb の噴出機構部 230 を現  
した斜視図である。図 23 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器 Fb  
の噴出機構部 230 を現した平面図である。図 24 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変  
形例 2 の噴出機構部 230 の図 23 の A - B 部分の断面図である。図 25 は、第 1 実施形  
態にかかる本発明の変形例 2 の噴出機構部 230 の内部を通した透視斜視図である。図  
26 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水分離器 Fb の外郭を縦方向に切断  
し内部を現した概要図である。図 27 は、第 1 実施形態にかかる本発明の変形例 2 の気水  
分離器 Fb の気水の分離の様子を現した説明図である。図 28 は、第 1 実施形態にかか  
る本発明の変形例 2 の気水分離器 Fb の熱水の分散の様子を現した説明図である。

尚、上記した構造又は機能と同じ箇所には同じ符号が付してあり説明を省略し、異なる  
部分を説明する。

#### 【0036】

まず、図 18 及び図 19 を参照し上部接続管 30 からの熱水 L3 を減圧沸騰させた熱水  
及び蒸気を分離する気水分離器 Fb について説明する。

気水分離器 Fb は、ステンレス又は鉄等の金属材料で形成された圧力容器を 3 分割して  
構成されており、上部圧力容器 210、中間圧力容器 220 及び下部圧力容器 250 を備  
えている。上部圧力容器 210、中間圧力容器 220 及び下部圧力容器 250 は、各々に  
フランジ (215、223、224、252) が設けられている。フランジ (215、2  
23、224、252) は、図示しないボルト等で上部圧力容器 210、中間圧力容器 2  
20 及び下部圧力容器 250 を連結し固定している。

また、後述する旋回流機構部 240 に設けられているフランジ 247 も、フランジ 22  
4 及びフランジ 252 と共に図示しないボルト等で固定されている。

#### 【0037】

気水分離器 Fb は、円筒状の圧力容器となっており中間からやや下方の位置に、矩形状  
の配管であるノズル 222 が設けられている。ノズル 222 は、蒸気発生量を制御する圧  
力制御弁 PV3 と接続されており、圧力制御弁 PV3 は、上部接続管 35 (図 2) と接続  
される配管 225 を介して送られる熱水 L3 を、減圧沸騰することで気液 2 相流の熱水 L  
3a を噴出し、蒸気発生量を制御している。

#### 【0038】

また、ノズル 222 は、先端から熱水 L3 を噴出し、容器内にて減圧沸騰させ蒸気を発  
生させている。ノズル 222 は、約 10 度から 20 度の上り勾配を設け、中間圧力容器 2  
20 の中間部分に接続されている。また、ノズル 222 は、図 18 に示すように右斜め上  
方へ熱水 L3a を中間圧力容器 220 内に噴出している。

中間圧力容器 220 は、ノズル 222 の上方に後述する噴出機構部 230 と接続する気  
体搬送配管 213 を設けている。気体搬送配管 213 は、ナノバブルやマイクロバブル等  
の微小気泡を生成するために気体 (不活性ガス等の窒素、酸素又は二酸化炭素) に圧力を  
掛けて搬送している。

10

20

30

40

50

気体搬送配管 2 1 3 は、気体の搬送量を制御する圧力制御弁 P V 2 と接続されている。圧力制御弁 P V 2 は、図示しないポンプにより圧力を掛けた気体を搬送する気体配管 2 1 4 と接続されている。

また、中間圧力容器 2 2 0 は、中間部分に気体搬送配管 2 1 3 を通すための孔として配管孔 2 2 5 が設けられている。

#### 【 0 0 3 9 】

中間圧力容器 2 2 0 は、円筒状の圧力容器となる胴体部 2 2 1 を備えている。中間圧力容器 2 2 0 の上方に設けられる上部圧力容器 2 1 0 は、蒸気取出管 2 1 2 を接続した円錐状の圧力容器となる蒸気回収部 2 1 1 を設けている。中間圧力容器 2 2 0 は、胴体部 2 2 1 の内部に、後述する旋回流機構部 2 4 0 及び噴出機構部 2 3 0 を備えている。

また、蒸気の噴出量を制御する圧力制御弁 P V 1 が、蒸気取出管 2 1 2 の上方に設けられている。圧力制御弁 P V 1 は、蒸気タービン T へ蒸気 V 1 を搬送する蒸気配管 2 1 6 と接続されている。

#### 【 0 0 4 0 】

下部圧力容器 2 5 0 は、お椀状に形成した圧力容器となるドレン回収部 2 5 1 を備えている。ドレン回収部 2 5 1 は、下方の中間の位置にドレン L 4 を回収する温水サービスタンク配管 2 5 3 を設けている。また、図 2 6 に示すようにドレン回収部 2 5 1 は、ドレン回収部 2 5 1 も上方に、下り勾配を設けた板状の受け板 2 5 5 を備えている。受け板 2 5 5 は、後述する噴出機構部 2 3 0 から噴出され、重力により落下した熱水 L 3 a を受けるための板である。

温水サービスタンク配管 2 5 3 は、ドレン L 4 を排出する量を調整する排出量調整弁 P V 4 と接続されている。排出量調整弁 P V 4 は、ドレン注入管 7 4 (例えば、図 1 0) を介して温水サービスタンク 4 にドレン L 4 を回収するドレン回収管 2 5 4 と接続されている。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、図 1 9 乃至図 2 1 及び図 2 6 を参照して旋回流機構部 2 4 0 について説明する。旋回流機構部 2 4 0 は、中間圧力容器 2 2 0 の胴体部 2 2 1 の内部に位置し、フランジ 2 4 7 を備え、円筒状であって内部が空洞の土台部 2 4 8 を備えている。旋回流機構部 2 4 0 は、中間圧力容器 2 2 0 の胴体部 2 2 1 に設けられた熱水取り入れ口 2 2 6 と接続される熱水受け部 2 4 6 が設けられている。熱水受け部 2 4 6 は、右斜め上方に傾斜を伴ったノズル 2 2 2 から噴出された熱水 L 3 a を取り入れ、螺旋状に形成した螺旋通路 2 4 5 と連通している。土台部 2 4 8 の上部に設けられた螺旋通路 2 4 5 は、上方に 1 0 度から 3 0 度の勾配を伴った通路である。

#### 【 0 0 4 2 】

また、旋回流機構部 2 4 0 は、土台部 2 4 8 の上方であって土台部 2 4 8 と同心円上に形成し、円筒状であって内部が空洞の螺旋胴体部 2 4 1 を設けている。土台部 2 4 8 及び螺旋胴体部 2 4 1 の接続部分の内径は、同じ大きさである。また、螺旋胴体部 2 4 1 の上方は、内径を僅かに大きくしている。

螺旋通路 2 4 5 の上方に、四枚の片となる螺旋誘導片 2 4 2 が螺旋胴体部 2 4 1 に設けられている。螺旋誘導片 2 4 2 は、上方に 3 0 度から 6 0 度の傾斜を伴い、螺旋胴体部 2 4 1 の同心円を中心に螺旋状に螺旋胴体部 2 4 1 に固定されている。

#### 【 0 0 4 3 】

螺旋通路 2 4 5 及び螺旋誘導片 2 4 2 は、胴体部 2 2 1 の内部との間に殆ど隙間がない状態で形成されている。また、螺旋胴体部 2 4 1 は、螺旋通路 2 4 5 及び螺旋誘導片 2 4 2 との間に殆ど隙間がない状態で形成されている。そのため、熱水受け部 2 4 6 により受け入れた熱水 L 3 a は、螺旋通路 2 4 5 及び螺旋誘導片 2 4 2 に従って誘導される。また旋回流機構部 2 4 0 は、ステンレス又は鉄等の金属材料で形成されている。

#### 【 0 0 4 4 】

次に、図 1 9 及び図 2 2 乃至及び図 2 5 を参照して噴出機構部 2 3 0 について説明する。

10

20

30

40

50

噴出機構部 230 は、円環状に形成した円環胴体部 231 を備えている。円環胴体部 231 は、上述した旋回流機構部 240 と連結され、旋回流機構部 240 又は胴体部 221 の内側に固定される。円環胴体部 231 の内径は、螺旋胴体部 241 の内径と同じ大きさである。円環胴体部 231 の内径は、噴出機構部 230 の噴出孔 232 から噴出し散布され重力により落下した熱水 L3a を回収する熱水回収口 235 となっている。

【0045】

円環胴体部 231 は、上方に複数の円形状の孔となる噴出孔 232 及び下方に噴出孔 232 と連通する複数の円形状の孔となる取入孔 234 を円周状に配置している。

噴出孔 232 の中心と取入孔 234 の中心とを結んだ線は、水平方向に対して約 30 度から 60 度の傾斜を伴い、螺旋誘導片 242 の傾斜と同じ角度及び方向の傾斜が設けられている。この傾斜により、噴出孔 232 から噴出した熱水 L3a は、胴体部 221 に向かって散布される。

旋回を伴った熱水 L3a は、胴体部 221 に向かって散布されることから、熱水 L3a が気水分離器 Fb 内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気 V1 に変化する時間を十分に得ることが可能となる。

【0046】

特に噴出孔 232 は、円環胴体部 231 の内径に近接した位置に配置され、また可能な限り胴体部 221 から離れた位置に配置されることで、熱水 L3a を胴体部 221 に向かって散布する距離を長く設けることが可能な位置に配置されている。

このように熱水 L3a は胴体部 221 に向かって散布する距離を長く設けることによって、熱水 L3a が気水分離器 Fb 内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気 V1 に変化する時間を十分に得ることが可能である。

また、胴体部 221 に向かって散布することで、胴体部 221 に当接した熱水 L3a が更に分散し、その熱水 L3a が気水分離器 Fb 内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気 V1 に変化する時間を十分に得ることが可能となる。

【0047】

また、図 24 及び図 25 に示すように噴出孔 232 と取入孔 234 との間は徐々に狭まった形状になっており、その中間部分が最も狭くなっている。その中間部分に上述した気体を取り入れる気体供給孔 237 が連通している。

気体供給孔 237 は、円環胴体部 231 の上方にて金属製の配管となる気体供給管 236 と接続されている。気体供給管 236 は、円環胴体部 231 の上部に設けられた環状気体供給部 233 と連通しており気体搬送配管 213 から送られた気体を噴出孔 232 に供給している。

【0048】

噴出孔 232 と取入孔 234 の中間部分は狭くなっているため、熱水 L3a の噴出と共に自吸により、供給された気体が剪断され、熱水 L3a に微小気泡が溶け込み噴出孔 232 から熱水 L3a が噴出される。このように、噴出孔 232 は、微小気泡を伴った熱水 L3a を胴体部 221 の内壁に散布することが可能である。

【0049】

次に、図 18、図 27 及び図 28 を参照して気水分離器 Fb の作用について説明する。

まず、加圧された熱水 L3 は、圧力制御弁 PV3 を通過し減圧沸騰される。圧力制御弁 PV3 を通過した熱水 L3a は、気液 2 相流の状態ですズル 222 から熱水取り入れ口 226 を通過し、旋回流機構部 240 の熱水受け部 246 から、熱水 L3a を搬送する第 1 の搬送通路としての螺旋通路 245 を旋回し、更に螺旋通路 245 の上方にある熱水 L3a を搬送する第 2 の搬送通路としての螺旋誘導片 242 を旋回しながら上昇する。

上昇した熱水 L3a は、噴出機構部 230 の下方にある取入孔 234 から取り込まれ、噴出孔 232 と取入孔 234 の中間部分にて微小気泡を伴って、胴体部 221 に向かって散布される。ここで、微小気泡を伴った熱水 L3a は、蒸気発生効率を向上させることができる。

【0050】

胴体部 2 2 1 の内壁に向かって散布された熱水 L 3 a は、胴体部 2 2 1 に当接し、更に分散した後、熱水 L 3 a は、蒸気 V 1 となって蒸気回収部 2 1 1 の蒸気取出管 2 1 2 に回収される。

蒸気 V 1 とならなかった熱水 L 3 a は、重力により落下し熱水回収口 2 3 5 から取り込まれ、旋回流機構部 2 4 0 の内部を通過し、ドレン回収部 2 5 1 の受け板 2 5 5 に落下する。熱水 L 3 a は、落下途中や受け板 2 5 5 で蒸気化した蒸気 V 1 は密度が小さいため上昇する。

蒸気化できなかった熱水を熱水回収口 2 3 5 及び旋回流機構部 2 4 0 の内部を通過して回収することにより、回収機構を含めて気水分離器 F b をコンパクトに作成することが可能となる。また蒸気化した蒸気 V 1 はドレン L 4 になるまでは、熱水回収口 2 3 5 及び旋回流機構部 2 4 0 の内部を通過して蒸気 V 1 として、そのまま上方に回収することができる。

そして、蒸気化できなかった熱水はドレン L 4 として温水サービスタンク 4 に回収される。

#### 【 0 0 5 1 】

このように、螺旋誘導片 2 4 2 や螺旋通路 2 4 5 は、熱水 L 3 を旋回させることで熱水が分散し、熱水 L 3 a が気水分離器 F 内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気 V 1 に変化する時間を十分に得ることが可能である。このようにできる限り熱水 L 3 が留まりやすい構造とすることにより蒸気量を多く取り出すことができる。

また、熱水 L 3 a は胴体部 2 2 1 に向かって散布する距離を長く設けることによって、熱水 L 3 a が気水分離器 F b 内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気 V 1 に変化する時間を十分に得ることが可能である。

また、胴体部 2 2 1 の内壁に向かって散布することで、胴体部 2 2 1 に当接した熱水 L 3 a が更に分散し、その熱水 L 3 a が気水分離器 F b 内で停留する時間を稼ぐことができるため、蒸気 V 1 に変化する時間を十分に得ることが可能となる。

以上のように、本発明の気水分離器 F b は、所謂フラッシュ率を向上させることで蒸気量を増やし、発電能力を高めるための構造となっている。

#### 【 0 0 5 2 】

( 温水サービスタンク )

次に、温水サービスタンク 4 について図 1 及び図 1 0 乃至図 1 2 を参照して説明する。温水サービスタンク 4 は、円筒状の圧力容器となっている。温水サービスタンク 4 に接続される主な配管は、復水ユニット 1 7 から送られる復水 L 6 を取り入れる配管と、給水ユニットから補給される脱気水 L 7 を取り入れる配管と、加圧給水ポンプ 3 に接続され温水サービスタンク 4 から温水 L 8 を送るポンプ配管 7 6 と、気水分離器 F から送られるドレン L 4 を取り入れるドレン注入管 7 4 及び温水サービスタンク 4 にてブル沸騰により生成した蒸気 V 2 を排出する蒸気排出管 7 5 とが設けられている。

#### 【 0 0 5 3 】

図 1 0 に示すようにドレン注入管 7 4 と蒸気排出管 7 5 の間に、仕切り板 7 1 が設けられている。ドレン注入管 7 4 に近い仕切り板 7 1 a は、上端を温水サービスタンク 4 の上方に固定されており、また蒸気排出管 7 5 に近い仕切り板 7 1 b は、下端を温水サービスタンク 4 の底板に固定されている。また、蒸気排出管 7 5 に近い仕切り板 7 1 であってポンプ配管 7 6 に近い仕切り板 7 1 b は、ポンプ配管 7 6 側にも温水 L 8 を導くために切り欠き溝となる通し溝 7 3 が形成されている。

#### 【 0 0 5 4 】

温水サービスタンク 4 は、気水分離器 F から送られたドレン L 4 が、気液 2 相流で送られてくる。本発明では、温水サービスタンク 4 内に仕切り板 7 1 を設け、ドレン L 4 を一度液体の界面を通過した後の温水 L 8 を、ポンプ配管 7 6 に導くことで、気泡を含まない温水 L 8 のみをポンプ配管 7 6 に導くことができる構造となっている。以上のような構造により、気泡をポンプ配管 7 6 に導くことがないため、加圧給水ポンプ 3 がキャビテーションを起こすことを防いでいる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 5 】

また、温水サービスタンク 4 は、高温のドレン L 4 が蒸気となり、温水サービスタンク 4 内で発生する蒸気 V 2 を有効に利用できる構造にもなっており、発生した蒸気 V 2 は、温水サービスタンク 4 から蒸気バイパスとしての蒸気排出管 7 5 を経由して気水分離器 F の蒸気側に再投入される。このように、温水サービスタンク 4 も、有効に蒸気量を増やし、発電能力を高めるための構造となっている。

## 【 0 0 5 6 】

温水サービスタンクの変形例 1

次に、別例となる温水サービスタンク 4 を、図 1 1 に沿って説明する。

尚、上記した構造又は機能と同じ箇所には同じ符号が付してあり説明を省略し、異なる部分を説明する。

上記と主に異なる部分は、ドレン受け板 7 9 が設けられている点である。ドレン受け板 7 9 は、温水サービスタンク 4 の床板に固定される金属製の支持足 8 1 により平板状の金属製のドレン受け板 7 9 を支持している。ドレン受け板 7 9 は、ドレン L 4 を一旦受け、気泡と液体を分離させるための構造である。

## 【 0 0 5 7 】

本発明では、温水サービスタンク 4 内に設けたドレン受け板 7 9 でドレン L 4 を一旦受け、気泡と液体を分離させることにより、気泡を含まない温水 L 8 のみをポンプ配管 7 6 に導くことができる構造となっている。以上のような構造により、気泡をポンプ配管 7 6 に導くことがないため、加圧給水ポンプ 3 がキャビテーションを起こすことを防いでいる。

## 【 0 0 5 8 】

温水サービスタンクの変形例 2

次に、別例となる温水サービスタンク 4 を、図 1 2 に沿って説明する。尚、上記した構造又は機能と同じ箇所には同じ符号が付してあり説明を省略し、異なる部分を説明する。

上記と主に異なる部分は、ドレン受け板 7 7 が設けられている点である。ドレン受け板 7 7 は、温水サービスタンク 4 の天井に固定される金属製の支持足 7 8 により平板状の金属製のドレン受け板 7 9 を支持している。ドレン受け板 7 7 は、ドレン L 4 を一旦受け、気泡と液体を分離させるための構造である。

## 【 0 0 5 9 】

本発明では、温水サービスタンク 4 内に設けたドレン受け板 7 7 でドレン L 4 を一旦受け、気泡と液体を分離させることにより、気泡を含まない温水 L 8 のみをポンプ配管 7 6 に導くことができる構造となっている。以上のような構造により、気泡をポンプ配管 7 6 に導くことがないため、加圧給水ポンプ 3 がキャビテーションを起こすことを防いでいる。

## 【 0 0 6 0 】

(給水ユニット)

次に、給水ユニット 1 8 について図 1 を参照して説明する。給水ユニット 1 8 は、川の水や水道水等の原水 1 6 から工業用の軟水生成装置 9 を使用して軟水を生成する。そして、生成された軟水は補給水タンク 8 に貯留される。貯留された軟水は、脱酸装置又は脱酸剤を使用することで溶存酸素を除去している。

## 【 0 0 6 1 】

酸素を除去した脱気水 L 7 は、地熱発電装置 1 の初期の運転の際に、媒体移送管 1 0 の洗った後、運転用の水に入れ替える際に温泉サービスタンクからの経路を利用して送られる。そして、酸素を除去することにより、媒体移送管 1 0 内の錆止めとスケール発生を抑制することができる。特に媒体移送管 1 0 は全長が長いので加圧給水ポンプ 3 のスケールの抑制を行えば圧力損失の低減が可能となり、所内電力の省エネルギー化につなげることができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、脱酸剤の代表的な例では、ヒドラジン、タンニン又は植物直物由来の製品等様々

10

20

30

40

50

にある。また、不活性ガスを利用した脱酸装置もあり、化学反応を起こしにくい不活性ガスが採用されている。不活性ガスの例には、害の少ない窒素やアルゴン等が採用されている。特に本発明のように、熱交換する媒体を高温下で圧力コントロールする必要があるため、作動流体の物性の変化を起こさない脱酸剤や脱酸装置が好ましい。

窒素等はマイクロバブル発生装置を利用して水に溶存し易くした後、その溶水を注入することにより酸素との置換が起こりやすくなる。

#### 【0063】

通常運転時には、給水ユニット18は、脱気水L7の温度が低いため、温度の高い温水サービスタンク4には直接入れずに復水ユニット18を経由して不足した水を補給する。また、復水ユニット18を冷却するにも、原水16を利用して冷却することも可能である。

10

#### 【0064】

(復水ユニット)

次に、復水ユニット17について説明する。復水ユニット17は、タービンTから排気された蒸気V3を凝縮させて水に戻す機能を持っており、主に復水器6、復水タンク14及び冷却塔CTから構成されている。復水器6で受けた蒸気V3は、冷却塔CTで冷やされ、凝縮し温水L10に戻り、復水器6を経由し復水タンク14に貯留される。貯留された温水L6は、復水ポンプ5により温水サービスタンク4に送られ、温水サービスタンク4に貯留される。

尚、冷却塔CTによる冷却方法は、空冷式、川の水や海水等を利用した水冷式又は地中にて熱交換を行う地中熱置換式等がある。

20

#### 【0065】

(上記装置を利用して発電する発電方法)

図1及び図13乃至図14を参照して発電方法を説明すると、200 前後の熱を地中で得るためにボーリングにより開けられた穴の深度は、地中700mから2000m程度までの深さに達している。この深さは深ければ深いほど高い温度が得られると考えられるが、掘削費用との兼ね合いにより決められ、地熱帯Uは、150 から300 の温度があれば最もよく、地熱帯Uの最深部付近から得られる温度によって適宜以下の値も変化する。

#### 【0066】

先ず、加圧水発電装置1の発電方法について説明すると、地中には、媒体移送管10が埋設されており、媒体移送管10は、地中と接する外側に媒体注入管11が連結されて地中深くまで達している。また、媒体注入管11は、媒体注入管11の内側に媒体取出管12が連結されて媒体注入管11の底部まで達している。これら媒体移送管10を地熱帯Uから得られる熱を吸収する熱交換部として利用されている。この加圧水発電装置Aは、熱水を蒸発させて蒸気タービンTを介して発電を行っている。以下に加圧水発電装置Aによる発電方法について詳述する。

30

#### 【0067】

例えば、温水サービスタンク4の温水(L1)は、加圧給水ポンプ3により5MPaに加圧され媒体移送管10の媒体注入管11に流量55(ton(トン))/h(時間)で送られ、地中深くの地熱帯Uまで移送される。210 の地熱帯Uまで移送された温水は、地熱帯Uからの熱を有効熱伝導率の高い媒体注入管11から吸収し、最終的に200 の熱水(L2)となる。そして、媒体取出管12から取り出された熱水(L3)は、出口での温度が200 で、圧力が2.0MPaで気水分離器Fに移送される。

40

#### 【0068】

気水分離器F(F・Fa・Fb)は、温度200 の熱水(L3)を、圧力制御弁PV3(例えば、図18)圧力を解放し、約0.6MPaに減圧沸騰させてフラッシュ率約11%で生成された蒸気量6t/hの蒸気を発生させる。気水分離器F(F・Fa・Fb)は、その生成した蒸気(V1)を蒸気タービンTに送る。生成した蒸気(V1)は、温水サービスタンク4で生成された蒸気(V2)と気水分離器F(F・Fa・Fb)内で合流

50

する。合流した蒸気は  $(V_1 + V_2)$  は、蒸気タービン T の回転により発電機 G を駆動させ発電する。この蒸気  $(V_1 + V_2)$  により発電される発電量は、効率を 80% とすると約 112 kWh の出力が得られる。

【0069】

また、温水サービスタンク 4 と配管で接続される気水分離器 F ( $F \cdot Fa \cdot Fb$ ) は、蒸気にならずに残った約 89% の熱水 (L4) を、温度 160 前後の温度を保ったまま圧力 0.6 MPa により温水サービスタンク 4 へ流量 49 t/h で送る。

また、蒸気タービン T から排気された蒸気 (V3) は、復水器 6 に送られる。復水器 6 に送られた蒸気 (V4) は、空冷式や水冷式の冷却塔 7 に送られ、冷却塔 7 によって凝縮され圧力 0.101 MPa の 100 の温水 (L10) に戻される。戻された温水 (L10) は、流量 6 t/h で復水タンク 14 に貯留される。また、復水タンク 14 の温水 (L6) は、復水ポンプ 5 により温水サービスタンク 4 に送られる。

そして、温水サービスタンク 4 の 130 前後の温水 (L1) は、再び加圧給水ポンプ 3 により 6 MPa に加圧され媒体移送管 10 の媒体注入管 11 に流量 55 t/h で送られ、地中深くの地熱帯 U まで移送される。

【0070】

図 14 は、加圧水発電装置 1 の媒体移送管 10 の深度と熱水の温度分布の関係図 20 である。破線は、地中の温度分布 21 を示しており、実線は、媒体注入管 11 及び媒体取出管 12 の熱水 L1、L2、L3 の温度分布を示している。

一点鎖線を境界とし、上方の断熱領域 22 は、媒体注入管 11 の有効熱伝導率が 0.1 W/m·K 以下の材質を採用した断熱効果が優れた配管を使用している。また一点鎖線を境界とし、下方の吸収領域 26 は、媒体注入管 11 の有効熱伝導率が 50 W/m·K 以上の材質を採用した熱吸収が優れた配管を使用している。

【0071】

また、媒体取出管 12 は、断熱領域 22 及び吸熱領域 26 にかかわらず有効熱伝導率が 0.1 W/m·K 以下の材質を採用した断熱効果が優れた配管を使用している。断熱効果により、媒体注入管 11 の途中の温度変化に影響されず、最深部の地熱帯 U の熱を吸収した熱水 (L2) を気水分離器 F まで移送することができる。

【0072】

図 13 は、水の状態変化の概要図である。図 13 には、水が固体・液体・気体と変化する際の温度と圧力が示されている。三重点から臨界点までの実線は蒸発曲線 26 を示している。大気圧での沸点は 100 であって 0.101 MPa を示している。線上の C 点では 200 の温度の場合において、圧力が 1.554 MPa の圧力より少ない場合には、水の状態から気体すなわち蒸気へと変化する境界ラインである。

線上の D 点では 210 の温度の場合において、圧力が 1.907 MPa より少ない場合には水の状態から気体すなわち蒸気へと変化する境界ラインとなる。

また、斜線で示す加圧領域 23 は、熱水 L3 が蒸気とならない圧力の領域を示しており、加圧給水ポンプ 3 は、圧力損失を考慮して圧力値を設定する。

【0073】

温度分布 21 は、地熱帯 U の深部に近づくにつれて温度が上昇し 220 に達している。媒体注入管 11 及び媒体取出管 12 の有効熱伝導率は、50 W/m·K の材質を採用しているため、媒体注入管 11 に導かれる温水 (L1) は、地中の温度分布 21 に沿って温度分布 22 が上昇する。

【0074】

ここで、媒体取出管 12 の有効熱伝導率を 0.1 W/m·K と小さく設定したとしても、媒体取出管 12 の出口の熱水 L3 の圧力が C 点より低い場合には、温度分布は、蒸発曲線 26 よりも低くなっているため蒸気が発生し、沸点に近づくように温度低下が発生する。

媒体取出管 12 内で水から蒸気へと変化するると、所謂気液 2 相流となり、水単相流の場合に比べて熱伝達率が数 10 倍になるため、媒体取出管 12 あるいは媒体注入管 11 を

10

20

30

40

50

流れる低温下降流 L 1 に熱が奪われやすくなる。その熱損失を防ぎエネルギーを蓄えたまま移送するためには、熱水を冷め難くする必要がある。

そして、地熱帯 U で熱せられた沸点以上の熱水は、冷めないように蒸気を含まない状態で気水分離器 F まで運ぶことにより熱損失が少なくなる。熱損失を少なくするには、上述したように図 1 3 の蒸発曲線 2 6 よりも高い圧力を保つ必要がある。

#### 【 0 0 7 5 】

特に、熱交換器となる媒体移送管 1 0 内に温度差が生じ、これに伴って水の密度差に起因する浮力が発生する。加圧給水ポンプ 3 は、浮力だけの自然循環だけでは必要な流量を移送する圧力は足りず、媒体注入管 1 1 及び媒体取出管 1 2 の圧力損失等を考慮しなければならない。また、加圧給水ポンプ 3 は、蒸発曲線 2 6 よりも高い圧力を保つために加圧給水ポンプ 3 によって圧力を高い状態に保ち、媒体移送管 1 0 内で沸騰させない状態を保つことが重要である。地熱帯 U で吸収した熱量を保持した熱水 L 3 の状態、所謂単相流の状態で気水分離器 F へ移送することが地下の熱を有効に利用することができる本発明の利点である。

10

#### 【 0 0 7 6 】

以上のことから、本発明では図 1 4 の網掛けに示すように媒体注入管 1 1 及び媒体取出管 1 2 の断熱領域を、熱伝達係数を  $0.1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  以下とする材料で形成した。最も良いのは  $0.05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  から  $0.001 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  の断熱性能を有するものがよい。断熱性能を保つことによって、出口での温度低下を防ぎ、結果加圧給水ポンプ 3 の圧力を高く設定しなくとも良くなるという利点となる。図 1 4 において、破線は、地熱帯 U を含んだ地中の温度分布 2 1 を示しており、実線は、熱水の温度分布 2 5 を示している。

20

#### 【 0 0 7 7 】

また、熱水 L 3 の出口圧力は、媒体注入管 1 1 及び媒体取出管 1 2 の圧力損失を考慮して、加圧給水ポンプ 3 によって少なくとも図 1 3 の蒸発曲線 2 6 よりも大きい圧力範囲 2 3 が望ましく、温度が沸点以上である熱水のまま移送できるように蒸気を発生させない圧力とした。

更に、地中の温度分布の高い領域すなわち発電に必要な吸熱領域において媒体注入管 1 1 は、有効熱伝導率の高い  $50 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  の材料で形成した。特に高めれば高い有効熱伝導率であればよいが、地中内での圧力や腐食を考慮すると金属製の材料で形成するのが望ましく、有効熱伝導率は、 $20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  以上であればよい。

30

#### 【 0 0 7 8 】

##### ( 第 2 実施形態 )

第 2 実施形態にかかる地熱発電装置 1 0 0 を、図 1 5 を参照して説明する。図 1 5 は、第 2 実施形態にかかる本発明の地熱発電装置 1 0 0 の構成を示す概要図である。尚、第 2 実施形態と同じ箇所には同じ符号が付してあり、上述した記載については省略する。

バイナリー発電装置 B を、図 1 5 を参照して説明すると、バイナリー発電装置 B は、主に加圧水熱交換器 1 a と接続される熱交換部 1 5 0 と、蒸気タービン T 2 と、発電機 G 2、受電設備 T F 2、冷却器 1 5 4 及び循環ポンプ 1 5 5 とで構成されている。

#### 【 0 0 7 9 】

本発明では、加圧水熱交換器 1 a に設けられる媒体移送管 1 0 から熱水 L 3 を得られた地中熱を蒸気とせずに熱水 L 3 のまま熱交換器 1 5 1 を通過する。このように気水分離器 F を設けていないため、地中熱を直接利用することで損出少なく地中熱を回収し発電に役立てることができる

40

この熱交換部 1 5 0 の部分で熱せられた作動媒体 M 1 は、蒸発して蒸気タービン T 2 を回転させ、発電機 G 2 により発電を行っている。

受電設備 T F は、電気を供給し送電網を介して電力会社等に電気を供給するものである。ここで作動媒体 M 1、M 2、M 3 は、可燃性や毒性のない不活不活性ガスの H F C - 2 4 5 f a、R 2 4 5 f a 等や沸点の低い媒体 ( 水とアンモニアの混合物等、炭化水素 ( ペンタン ) ) 等が使用される。

#### 【 0 0 8 0 】

50

蒸気タービンT2は、膨張タービン等が使用されている。蒸気タービンT2を通過した作動媒体M2は、冷却器156の冷却水157a、158aによって冷却される。また、作動媒体M3を気体から液体等に凝縮させ循環ポンプ155によって再度、熱交換器152へ送られる。

冷却水157a、158aを、深度の浅い領域で加圧水熱交換器1aの媒体移送管10付近に配管することで、媒体移送管10の深度の浅い部分で地中を介して熱交換することができる。そのため、媒体移送管10は冷めることなく、また冷却水157a、158aを冷やすことができる。このように、同じ系内(地熱発電装置100)にて熱の有効利用が実現できる。

#### 【0081】

このような作動媒体(M1乃至M3)を利用する事によって、70 から95 の温水であっても9(ton(トン))/h(時間)から24t/hの流量があれば発電が可能となる。このシステムにおいては、閉じられた系の中で作動媒体が熱交換を行うシステムとなっている。

#### 【0082】

また、加圧水熱交換器1aに設けられるサービスタンク4は、熱交換器152で冷やされた熱水が貯留されるが、加圧水熱交換器1aの全系の圧力を一定に保つための要素として、加圧給水ポンプ3と並び必要となる。特に、メンテナンス等で加圧給水ポンプ3が停止した場合には、全系容量の内、約2t分の水の容量の上げ下げが起こるため、水位を一定に保ち、スムーズに運転を再開するためには、サービスタンク4の圧力を制御して水位を一定に保つことができる。

#### 【0083】

##### (第3実施形態)

第3実施形態にかかる地熱発電装置200を、図16を参照して説明する。図16は、第3実施形態にかかる本発明の地熱発電装置200の構成を示す概要図である。尚、第1実施形態及び第2実施形態と同じ箇所には同じ符号が付してあり、上述した記載については省略する。

バイナリー発電装置Bを、図16を参照して説明すると、バイナリー発電装置Bは、主に加圧水発電装置1bと接続される熱交換部150と、蒸気タービンT2と、発電機G2、受電設備TF2、冷却器154及び循環ポンプ155とで構成されている。

#### 【0084】

本発明では、加圧水発電装置1bに設けられる媒体移送管10から得られた熱水L3を気水分離器Fにて蒸気を生成し、蒸気とならなかったドレンL4を熱交換器151に通過させる。

この熱交換部150の部分で熱せられた作動媒体M1は、蒸発して蒸気タービンT2を回転させ、その回転により発電機G2が発電を行う。

受電設備TFは、電気を供給し、送電網を介して電力会社等に電気を供給するものである。ここで作動媒体Mは、可燃性や毒性のない不活不活性ガスのHFC-245fa、R245fa等や沸点の低い媒体(水とアンモニアの混合物等、炭化水素(ペンタン))等が使用される。

#### 【0085】

蒸気タービンT2は、膨張タービン等が使用されている。蒸気タービンT2を通過した作動媒体M2は、冷却器156の冷却水157a、158bによって冷却される。また、作動媒体M3を気体から液体等に凝縮させ循環ポンプ155によって再度、熱交換器152へ送られる。

冷却水157b、158bを、加圧水発電装置1bの給水ユニット18に設けられる原水16に配管し、熱交換することで、原水16は温められ冷却水157b、158bは冷やされるため地熱発電装置200の全系において熱の有効な置換が行われる。原水16は、暖められることで温水サービスタンク4に復水ユニット17を介さず直接投入することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0086】

このような作動媒体（M1乃至M3）を利用する事によって、70 から95 の温水であっても9（ton（トン））/h（時間）から24t/hの流量が有れば発電が可能となる。このシステムにおいては、媒体が閉じられた系の中で熱交換を行うシステムとなっている。作動媒体（M1乃至M3）は、熱交換する温度によって使用できる媒体が決まるため、バイナリー発電装置Bによって温度の制限が設けられる場合がある。その場合にも対応できるように加圧水発電装置1bは、復水ユニット17の空冷塔CTを利用した温度調整システム161が設けられている。特に、蒸気とならなかったドレンL4の温度が高い場合に、バイナリー発電装置Bの設定温度に合わせた領域まで温度を下げる事が可能である。

10

## 【0087】

（第4実施形態）

第4実施形態にかかる地熱発電装置300を、図17を参照して説明する。図17は、第4実施形態にかかる本発明の地熱発電装置300の構成を示す概要図である。尚、第1実施形態乃至第3実施形態と同じ箇所には同じ符号が付してあり、上述した記載については省略する。

バイナリー発電装置Cを、図17を参照して説明すると、バイナリー発電装置Cは、加圧水発電装置1bと接続される第1熱交換部150c、第2熱交換部156c、蒸気タービンT2、蒸気タービンT3と、発電機G2、発電機G3、受電設備TF2、冷却器164c、第1循環ポンプ155c及び第2循環ポンプ165c、とで構成されている。

20

## 【0088】

本発明では、加圧水発電装置1cに設けられる媒体移送管10から得られた熱水L3を気水分離器Fにて蒸気を生成し、蒸気とならなかったドレンL4を第1熱交換器151cに通過させる。

この第1熱交換部150cの部分で熱せられた作動媒体M1は、蒸発して蒸気タービンT2を回転させ、発電機G2により発電を行っている。

## 【0089】

受電設備TF2は、電気を供給し、送電網を介して電力会社等に電気を供給するものである。ここで作動媒体M（M1乃至M23）は、可燃性や毒性のない不活不活性ガスのHFC-245fa、R245fa等や沸点の低い媒体（水とアンモニアの混合物等、炭化水素（ペンタン））等が使用される。また、本実施例では、バイナリー発電装置Cに使用される作動媒体（M1乃至M3）を高温の沸点領域を持つ作動媒体と、作動媒体（M1乃至M3）よりも沸点の低い作動媒体（M21乃至M23）の2種類の沸点領域を持つ作動媒体を使用することにより多段階における熱利用が可能となり、効率よく発電することができる。

30

## 【0090】

蒸気タービンT2及びT3は、膨張タービン等が使用されている。蒸気タービンT2を通過した作動媒体M2は、第2熱交換部154cの第2熱交換器153cによって熱交換が行われ冷却される。また、作動媒体M3を気体から液体等に凝縮させ循環ポンプ155cによって再度、熱交換器152cへ送られる。

40

また、第2熱交換部154cの第2熱交換器153cによって熱交換が行われた第2熱交換器156cは、第2熱交換部164cで熱せられた作動媒体M21は、蒸発して蒸気タービンT3を回転させ、発電機G3により発電を行っている。

## 【0091】

蒸気タービンT3を通過した作動媒体M21は、冷却器164cの冷却水157c、158cによって冷却される。また、作動媒体M23を気体から液体等に凝縮させ循環ポンプ165cによって再度、第2熱交換部154cへ送られる。

冷却水157c、158cを、加圧水発電装置1cの給水ユニット18に設けられる原水16に配管し、熱交換することで、原水16は温められ冷却水157c、158cは冷やされるため地熱発電装置300の全系において熱の有効な置換が行われる。原水16は

50

、暖められることで温水サービスタンク 4 に復水ユニット 17 を介さず直接投入することが可能となる。

【0092】

尚、上述した熱交換器や復水器に接続される作動媒体又は水等の媒体を冷却する方法は、これらに限定する必要はなく、ペルチェ素子を利用した熱の交換方法により冷却する方法等の様々な方法が考えられる。

本発明の実施形態全てにおいて、熱水 L 又は蒸気 V を入排出する圧力容器の前又は後に、熱水 L 又は蒸気 V の圧力を制御する図示しない制御弁を設け圧力制御を行っている。

また、実施形態 2、3 及び 4 に、実施形態 1 で説明した気水分離器 F ( F ・ F a ・ F b ) のいずれかを選択又は組合せて適用することが可能である。

10

【0093】

(上記実施形態から考えられるその他の技術的特徴)

以下に本実施形態の技術的特徴点の一例を括弧内に示すが、特に限定するものでもなく例示しているものであり、これら特徴から考えられる効果についても記載する。

< 第 1 の特徴点 >

高温及び高圧の媒体 (例えば、主に熱水 ( L 3 ) ) を減圧沸騰させることで蒸気を発生させ、前記蒸気及び前記媒体を分離する気水分離装置 (例えば、主に気水分離器 F ) であって、噴出された前記媒体を受け、噴出方向に向かって徐々に径を広げた円錐状の筐体部 (例えば、主にホーン部 6 1 ) と、前記筐体部の表面から突出して設け、前記媒体を旋回させる旋回誘導部 (例えば、主に誘導片 6 2 ) を備えたことを特徴とする。

20

【0094】

以上の特徴により、螺旋状に媒体が旋回し、散布されて媒体が落下するため媒体が分散されかつ蒸気化する時間を確保することができ、また媒体を微粒化することも可能であるので、蒸気量を増やすことが可能である。

【0095】

< 第 2 の特徴点 >

前記旋回誘導部は、噴出された前記媒体を受ける先端から終端に亘って連続した螺旋状の複数の旋回誘導片 (例えば、主に誘導片 6 2 a ・ 誘導片 6 2 b ・ 誘導片 6 2 c ・ 誘導片 6 2 d ) を備えたことを特徴とする。

【0096】

以上の特徴により、螺旋状に媒体が旋回し、散布されて媒体が落下するため媒体が分散されかつ蒸気化する時間を確保することができ、また媒体を微粒化することも可能であるので、蒸気量を増やすことが可能である。

30

【0097】

< 第 3 の特徴点 >

前記筐体部は、複数の前記旋回誘導片との間に位置にし、貫通した孔を形成した複数の蒸気を誘導する誘導孔 (例えば、主に誘導孔 6 3 ) を備えたことを特徴とする。

以上の特徴により、誘導孔から蒸気を取り込まれ、蒸気と媒体とを更に分離することができる。

【0098】

< 第 4 の特徴点 >

前記気水分離装置に蒸気を取り出す蒸気取出管 (例えば、温水サービスタンク配管 5 2 ) を設け、前記蒸気取出管の全面を覆う大きさであって、且つ円錐状に形成した天板 (例えば、主に天板 8 6 ) を設け、前記天板は貫通した孔を形成した複数の蒸気を誘導する蒸気誘導孔 (例えば、主に蒸気通過孔 8 7 ) を備えたことを特徴とする。

以上の特徴により、媒体が蒸気化する時間を確保する事ができるので、蒸気量を増やすことが可能である。蒸気誘導孔から蒸気を取り込まれ、蒸気と媒体とを更に分離することができる。

40

【0099】

< 第 5 の特徴点 >

50

前記気水分離器は、減圧沸騰させると共に微小気泡を含んだ蒸気を発生させる蒸気発生ノズルを備えたことを特徴とする。

以上の特徴によりマイクロバブルやナノバブルを含んだ熱水を前記気水分離器にて蒸気化することにより蒸気量を増大させることが可能となり、発電量の増加に繋げることができる。

#### 【0100】

< 第6の特徴点 >

請求項1乃至請求項5記載の前記気水分離器（例えば、主に気水分離器F）を使用し、地熱帯の熱によって熱せられた媒体を熱源として発電する地熱発電装置（例えば、主に地熱発電装置100、地熱発電装置200、地熱発電装置300）であって、

外側に前記地熱帯へ前記媒体を移送する媒体注入管（例えば、主に媒体注入管11）と、前記媒体注入管の内側に前記地熱帯の熱によって熱せられた前記媒体を取り出す媒体取出管（例えば、主に媒体取出管12）とを備えた媒体移送管（例えば、主に媒体移送管10）と、

低温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の低い断熱構造を設けた前記媒体取出管と、高温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の高い吸熱構造を設けた前記媒体注入管と、を設け、

前記地熱帯により熱を吸収した高温の前記媒体を、蒸発曲線よりも高い圧力を加えて、蒸気を発生しないように液体の状態で地上にある前記気水分離器まで移送し、前記気水分離器にて減圧沸騰させることで蒸気を発生させ、前記蒸気によって発電を行うことを特徴とする。

#### 【0101】

以上の特徴により、地中から得られた熱を、水を媒体として熱変換するため、スケールによる熱の温度低下や管の詰まり等の機器への影響を考慮する必要もなく、またスケール除去等による汚染や地中からの有害物質による障害も考えることはない。

また、蒸気中の水滴が高速で回転するタービン動翼あるいは配管内壁に衝突することにより、エロージョンを受け、さらなる効率の低下のみならず機器損傷を引き起こす原因となる。

本発明では、地上の気水分離器（気水分離器）にて蒸気を生成するため、地中で蒸気を生成する場合に比較して熱効率よく地上に熱水を移送した後、減圧沸騰させ蒸気を発生させるため、エロージョンや効率低下という問題を解決することができる。

#### 【0102】

< 第7の特徴点 >

地熱帯の熱によって熱せられた媒体を熱源として発電する地熱発電方法であって、

外側に前記地熱帯へ前記媒体を移送する媒体注入管（例えば、主に媒体注入管11）と、前記媒体注入管の内側に前記地熱帯の熱によって熱せられた前記媒体を取り出す媒体取出管（例えば、主に媒体取出管12）とを備えた媒体移送管（例えば、主に媒体移送管10）と、

低温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の低い断熱構造を設けた前記媒体取出管と、高温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の高い吸熱構造を設けた前記媒体注入管と、を設け、

前記地熱発電装置を運転する最初に、前記媒体移送管を洗浄し、前記媒体の中に溶存する酸素を除去する酸素除去手段（例えば主に脱酸装置19又は脱酸剤）を作用させ、

前記酸素を除去した後、

前記地熱帯により熱を吸収した高温の前記媒体を、蒸発曲線よりも高い圧力を加えて、蒸気を発生しないように液体の状態で地上にある気水分離器まで移送し、前記気水分離器にて減圧沸騰させることで蒸気を発生させ、前記蒸気によって発電を行うことを特徴とする。

#### 【0103】

以上の特徴により、酸素を除去することにより、媒体移送管内の錆止めとスケール発生

10

20

30

40

50

を抑制することができる。特に媒体移送管は全長が長い場合加圧給水ポンプのスケールの抑制を行えば圧力損失の低減が可能となり、所内電力の省エネルギー化につなげることができる。

#### 【0104】

##### < 第8の特徴点 >

地熱帯の熱によって熱せられた媒体を熱源として発電する地熱発電装置（例えば、主に地熱発電装置100、地熱発電装置200、地熱発電装置300）であって、

外側に前記地熱帯へ前記媒体を移送する媒体注入管（例えば、主に媒体注入管11）と、前記媒体注入管の内側に前記地熱帯の熱によって熱せられた前記媒体を取り出す媒体取出管（例えば、主に媒体取出管12）とを備えた媒体移送管（例えば、主に媒体移送管10）と、

低温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の低い断熱構造を設けた前記媒体取出管と、高温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の高い吸熱構造を設けた前記媒体注入管と、

前記地熱帯により熱を吸収した高温の前記媒体を、蒸発曲線よりも高い圧力を加えて、蒸気を発生しないように液体の状態地上にある気水分離器まで移送し減圧沸騰させることで蒸気を発生させる前記気水分離器（例えば、主に気水分離器F）と、

前記気水分離器にて前記媒体のうち蒸気とならなかった前記媒体を貯留する貯留部（例えば、主に温水サービスタンク4）と、

前記貯留部から供給される前記媒体を前記地熱帯へ搬送及び加圧する加圧ポンプ（例えば、主に加圧給水ポンプ3）と、を備え、

前記貯留部の内部に、前記気水分離器から供給される前記媒体に含まれる気泡を分離し、前記加圧ポンプに前記媒体のみを供給する気泡分離部（例えば、主に仕切り板71、ドレン受け板77・79）を備えたことを特徴とする。

#### 【0105】

以上の特徴により、気泡を含まない媒体をのみを加圧給水ポンプに導くことができる構造となっている。このように、気泡を加圧給水ポンプに導くことがないため、加圧給水ポンプはキャピテーションを起こすことを防ぐことができる。

#### 【0106】

##### < 第9の特徴点 >

地熱帯の熱によって熱せられた媒体を熱源として発電する地熱発電装置（例えば、主に地熱発電装置100、地熱発電装置200、地熱発電装置300）であって、

外側に前記地熱帯へ前記媒体を移送する媒体注入管（例えば、主に媒体注入管11）と、前記媒体注入管の内側に前記地熱帯の熱によって熱せられた前記媒体を取り出す媒体取出管（例えば、主に媒体取出管12）とを備えた媒体移送管（例えば、主に媒体移送管10）と、

低温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の低い断熱構造を設けた前記媒体取出管と、高温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の高い吸熱構造を設けた前記媒体注入管と、

前記地熱帯により熱を吸収した高温の前記媒体を、蒸発曲線よりも高い圧力を加えて、蒸気を発生しないように液体の状態地上にある気水分離器（例えば、主に気水分離器F）まで移送し減圧沸騰させることで蒸気を発生させる前記気水分離器と、

前記気水分離器にて前記媒体のうち蒸気とならなかった前記媒体を貯留する貯留部（例えば、主に温水サービスタンク4）と、

前記貯留部は、前記気水分離器から供給された前記媒体から生成される蒸気を前記気水分離器へ供給するバイパス経路（例えば、主に蒸気排出管75、蒸気V2の経路）を備えたことを特徴とする。

#### 【0107】

以上の特徴により、貯留部内で発生する蒸気を有効に利用でき、発電能力を高めるための構造となっている。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 8 】

## &lt; 第 1 0 の特徴点 &gt;

地熱帯の熱によって熱せられた媒体を熱源として発電する地熱発電装置（例えば、主に地熱発電装置 2 0 0）であって、

外側に前記地熱帯へ前記媒体を移送する媒体注入管（例えば、主に媒体注入管 1 1）と、前記媒体注入管の内側に前記地熱帯の熱によって熱せられた前記媒体を取り出す媒体取出管（例えば、主に媒体取出管 1 2）とを備えた媒体移送管（例えば、主に媒体移送管 1 0）と、

低温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の低い断熱構造を設けた前記媒体取出管と、高温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の高い吸熱構造を設けた前記媒体注入管と、

前記地熱帯により熱を吸収した高温の前記媒体を、蒸発曲線よりも高い圧力を加えて、蒸気を発生しないように液体の状態で地上にある熱交換器まで移送し、前記媒体を熱源として前記熱交換器にて使用し、前記媒体よりも沸点の低い作動媒体（例えば、主に作動媒体 M 1 乃至 M 3）を蒸気化して発電を行うバイナリー発電装置（例えば、主にバイナリー発電装置 B）と、

前記熱交換器で熱交換され冷やされた前記媒体の水位を系全体で一定に保つ貯留部（例えば）、主に温水サービスタンク 4）を備えたことを特徴とする。

## 【 0 1 0 9 】

以上の特徴により、全系の圧力を一定に保つための要素として、貯留部を有効に活用することで、加圧給水ポンプの負荷の低減や水位を一定に保つことができる。

## 【 0 1 1 0 】

## &lt; 第 1 1 の特徴点 &gt;

地熱帯の熱によって熱せられた媒体を熱源として発電する地熱発電装置（例えば、主に地熱発電装置 1 0 0・2 0 0・3 0 0）であって、

外側に前記地熱帯へ前記媒体を移送する媒体注入管（例えば、主に媒体注入管 1 1）と、前記媒体注入管の内側に前記地熱帯の熱によって熱せられた前記媒体を取り出す媒体取出管（例えば、主に媒体取出管 1 2）とを備えた媒体移送管（例えば、主に媒体移送管 1 0）と、

低温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の低い断熱構造を設けた前記媒体取出管と、高温である前記地熱帯の領域では有効熱伝導率の高い吸熱構造を設けた前記媒体注入管と、

前記地熱帯により熱を吸収した高温の前記媒体を、蒸発曲線よりも高い圧力を加えて、蒸気を発生しないように液体の状態で地上にある熱交換器まで移送し、前記媒体を熱源として前記熱交換器にて使用し、前記媒体よりも沸点の低い作動媒体を蒸気化して発電を行うバイナリー発電装置（例えば、主にバイナリー発電装置 B）と、を備え、

前記作動媒体を冷却するための冷却媒体を移送する作動媒体配管を前記媒体移送管の付近の地中に敷設し、地中熱と熱交換する前記作動媒体配管（例えば、主に冷却水 1 5 7 a、1 5 8 a を冷やすための配管）と、を備えたことを特徴とする。

尚、上記 1 乃至 1 1 の特徴点については、方法の発明となる地熱発電方法であっても良く、また、上記 1 乃至 5 の特徴点は、方法の発明となる気水分離方法であっても良い。

## 【 0 1 1 1 】

## &lt; 第 1 2 の特徴点 &gt;

高温及び高圧の媒体（例えば、主に熱水 L 3）を減圧沸騰させることで蒸気（例えば、主に蒸気 V 1）を発生させ、前記蒸気及び前記媒体（例えば、主に熱水 L 3 a）を分離する気水分離装置（例えば、主に気水分離器 F b）であって、主に前記媒体（例えば、主に熱水 L 3 a）を回転させて搬送する螺旋状の搬送通路（例えば、主に旋回流機構部 2 4 0）と前記搬送通路から前記気水分離装置の内壁（例えば、主に胴体部 2 2 1 の内壁）に向けて前記媒体を散布する噴出孔（例えば、主に噴出孔 2 3 2）を設けた噴出部（例えば、主に噴出機構部 2 3 0）と、前記噴出部と前記搬送通路の内部を通過して蒸気とならなかつ

10

20

30

40

50

た熱水を回収する熱水回収部（熱水回収口 2 3 5、内部が空洞の螺旋胴体部 2 4 1、空洞の土台部 2 4 8）と、を備えたことを特徴とする。

【0 1 1 2】

以上の特徴点により、搬送通路は、媒体を旋回させることで媒体が分散し、媒体が気水分離器内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気に変化する時間を十分に得ることが可能である。このようにできる限り媒体が留まりやすい構造とすることにより蒸気量を多く取り出すことができる。

また、蒸気化できなかった媒体を、噴出部と搬送通路の内部を通過して回収することにより、回収機構を含めて気水分離器をコンパクトに作成することが可能となる。また気水分離器の下方にて蒸気化した蒸気は噴出部と搬送通路の内部を通過して回収することができる。

10

【0 1 1 3】

< 第 1 3 の特徴点 >

前記搬送通路は、前記気水分離装置に前記媒体を取り入れる取入口（例えば、主に熱水受け部 2 4 6）と連通し、上方に向かって螺旋状に形成した第 1 の搬送通路（例えば、主に螺旋通路 2 4 5）と、上方に向かって螺旋状に形成した複数の螺旋片により前記第 1 の搬送通路を通った前記媒体を搬送する第 2 の搬送通路（例えば、主に螺旋誘導片 2 4 2）と、を備えたことを特徴とする。

以上の特徴により、更に媒体を旋回させることで媒体が分散し、媒体が気水分離装置内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気に変化する時間を十分に得ることが可能である。このようにできる限り媒体が留まりやすい構造とすることにより蒸気量を多く取り出すことができる。

20

【0 1 1 4】

< 第 1 4 の特徴点 >

前記噴出部は、前記第 2 の搬送通路を通過した前記媒体を取り入れる取入孔（例えば、主に取入孔 2 3 4）を設け、前記噴出孔の中心と取入孔との中心とを結んだ線が水平方向に対して傾斜した位置に前記噴出孔及び前記取入孔を設けたことを特徴とする。

以上の特徴により、媒体が気水分離装置内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気に変化する時間を十分に得ることが可能となる。

【0 1 1 5】

< 第 1 5 の特徴点 >

前記噴出孔は、前記噴出部の内径側に寄せて配置したことを特徴とする。

以上の特徴により、散布する距離を長くすることができるため、媒体が気水分離装置内で停留する時間を稼ぐことで、蒸気に変化する時間を十分に得ることが可能となる。

【0 1 1 6】

< 第 1 6 の特徴点 >

前記噴出孔及び前記取入孔の間に、前記媒体に微小気泡を溶存させる微小気泡溶存部（例えば、主に噴出孔 2 3 2 と取入孔 2 3 4 の中間部分）を備えたことを特徴とする。

以上の特徴により、微小気泡を伴った媒体は、蒸気発生効率を向上させることができる。

40

【0 1 1 7】

本発明は上述した実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0 1 1 8】

上述した実施の形態で示すように、温泉が湧き出る地熱帯だけでなく、火山地帯や海中での火山地帯等にも利用することができる。

【符号の説明】

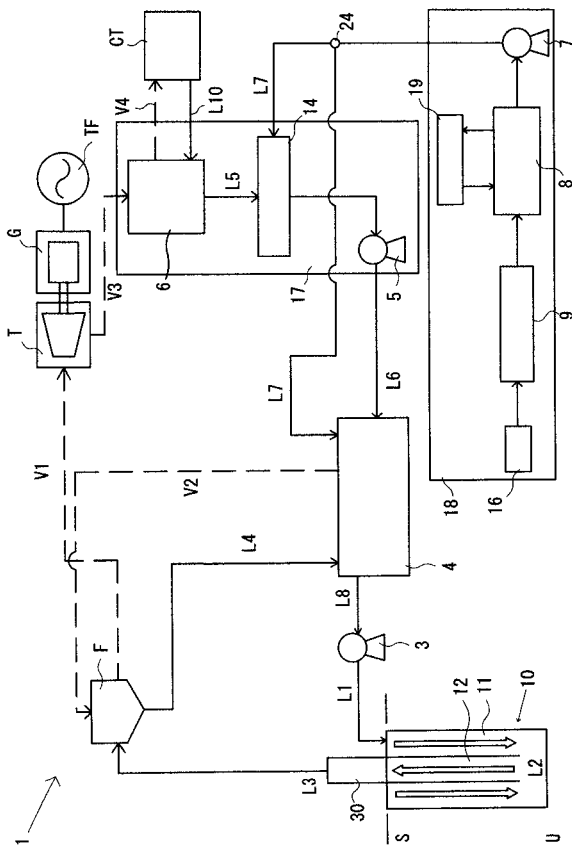
【0 1 1 9】

1・100・200・300...地熱発電装置、

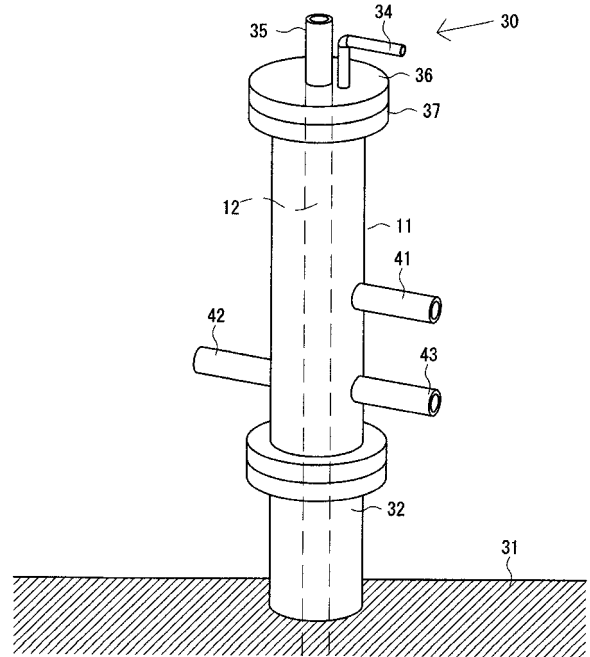
50

- 3 ... 加圧給水ポンプ、4 ... 温水サービスタンク、
- 5 ... 復水ポンプ、6 ... 復水器、
- 10 ... 媒体移送管、
- 11 ... 媒体注入管、12 ... 媒体取出管、
- 26 ... 蒸発曲線、60 ... 分離装置、
- 150 ... 熱交換部、151 ... 熱交換器、
- 155 ... 循環ポンプ、230 ... 噴出機構部、232 ... 噴出孔、234 ... 取入孔、
- 235 ... 熱水回収口、240 ... 旋回流機構部、242 ... 螺旋誘導片、245 ... 螺旋通路、
- T・T1・T2・T3 ... 蒸気タービン、G ... 発電機、
- 1a ... 加圧水発電装置、B ... パイナリー発電装置、CT ... 冷却塔、
- F・Fa・Fb ... 気水分離器、TF ... 受電設備、S ... 地表、U ... 地熱帯。

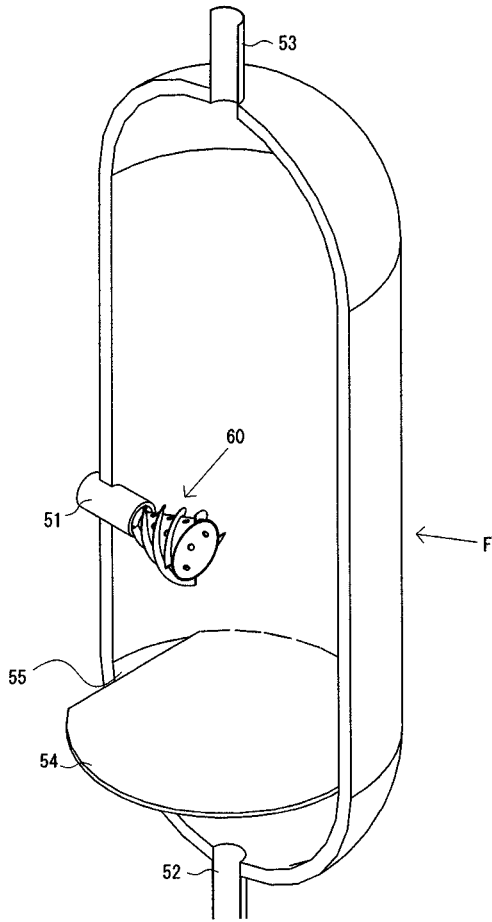
【 図 1 】



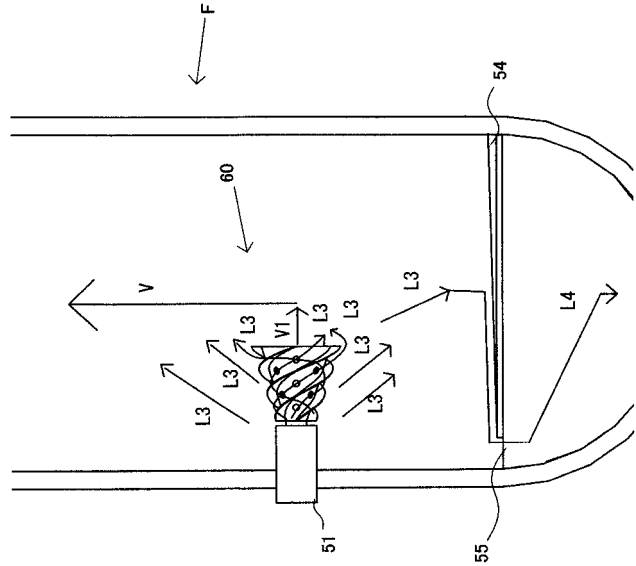
【 図 2 】



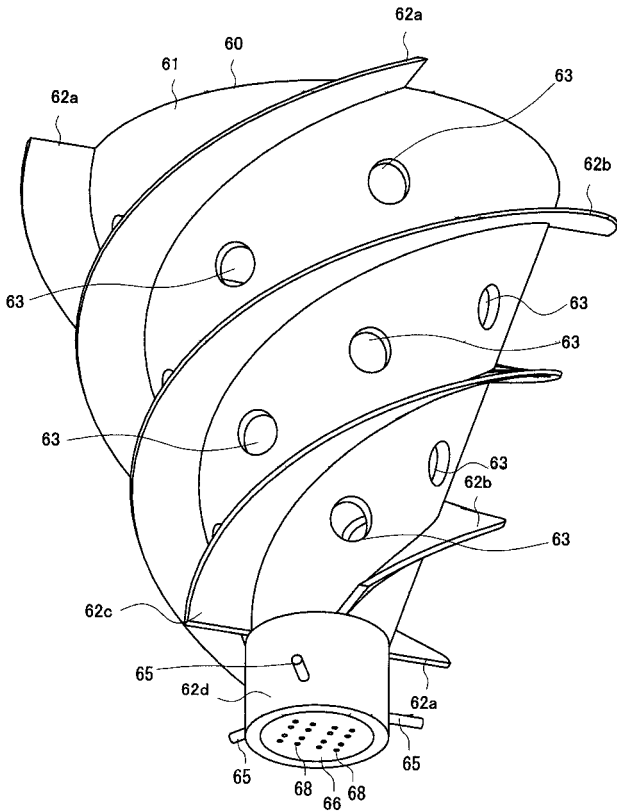
【 図 3 】



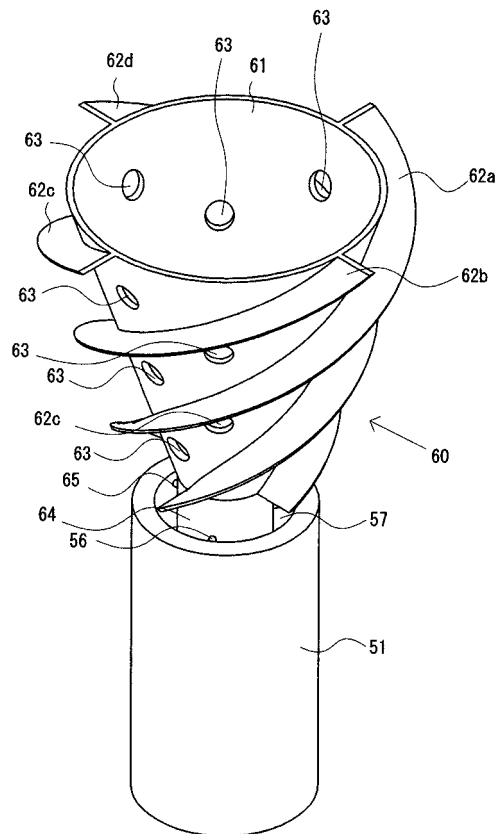
【 図 4 】



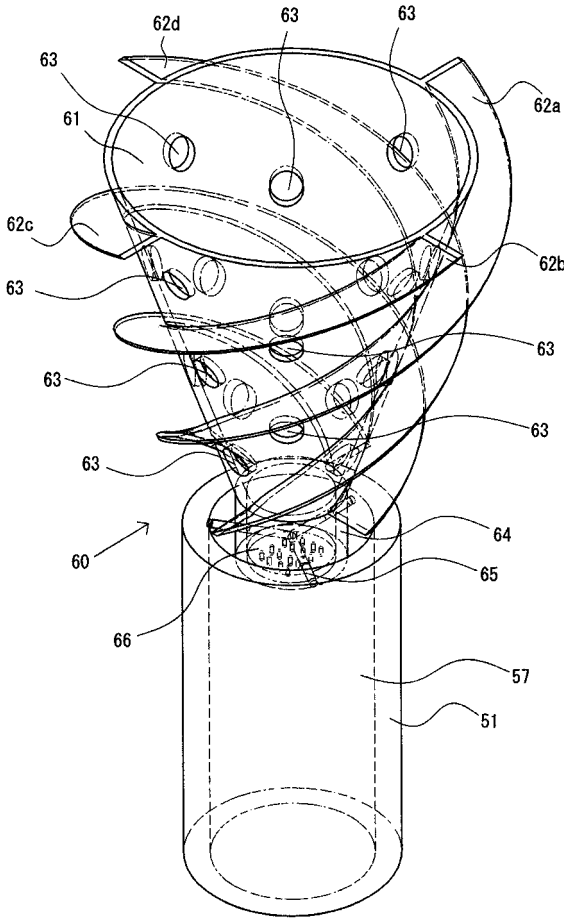
【 図 5 】



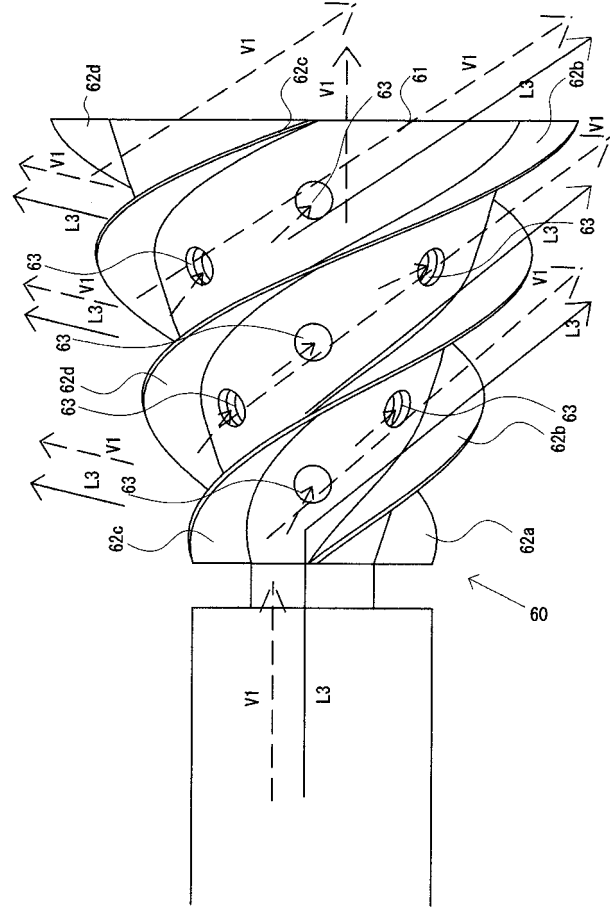
【 図 6 】



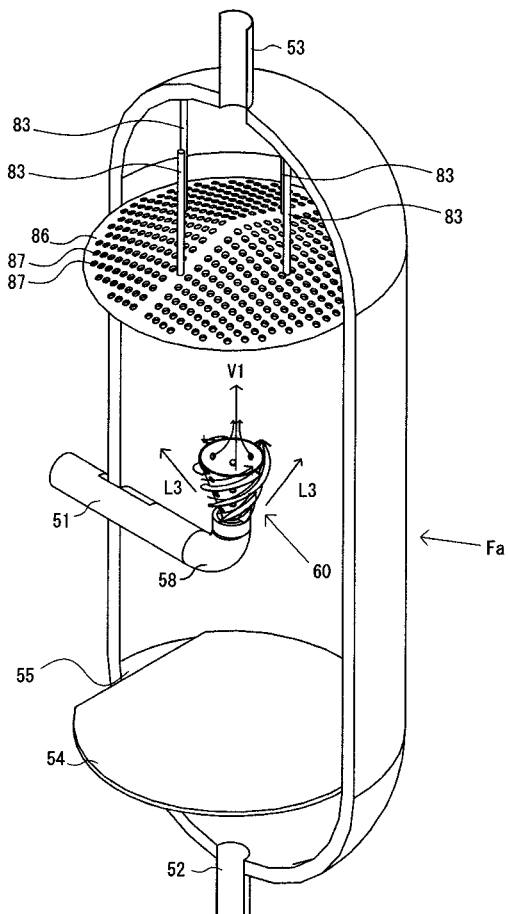
【 図 7 】



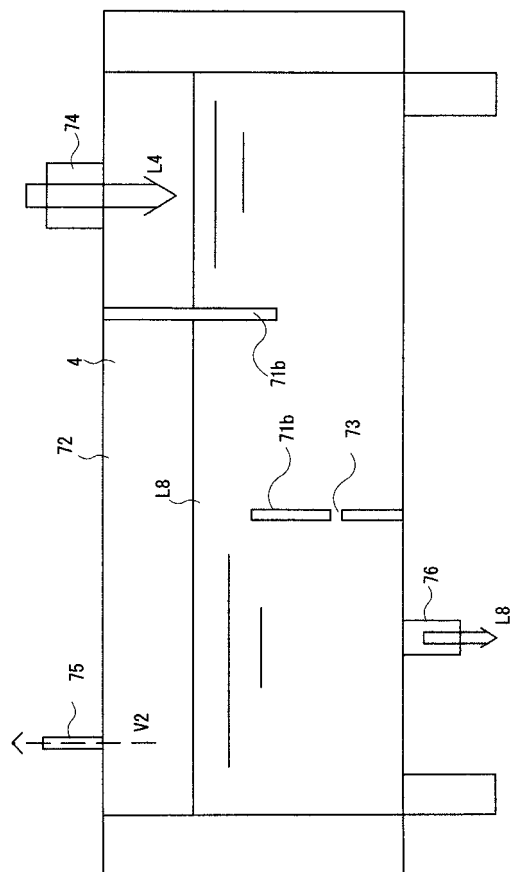
【 図 8 】



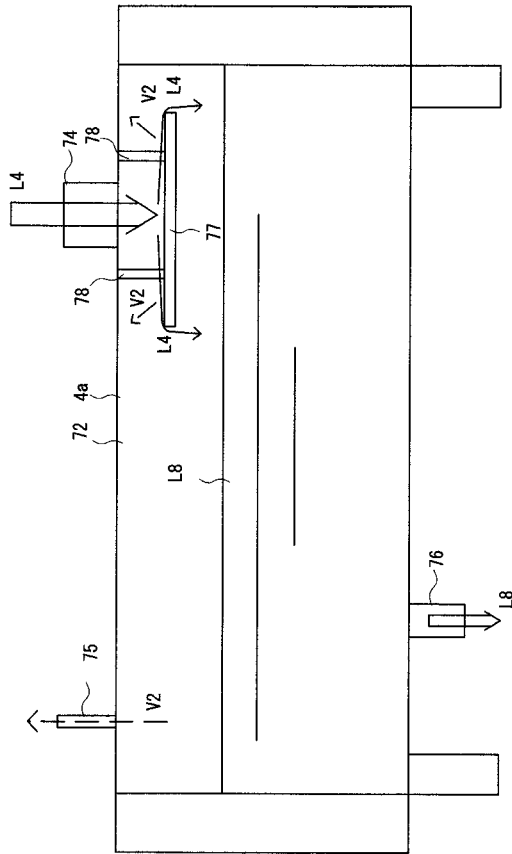
【 図 9 】



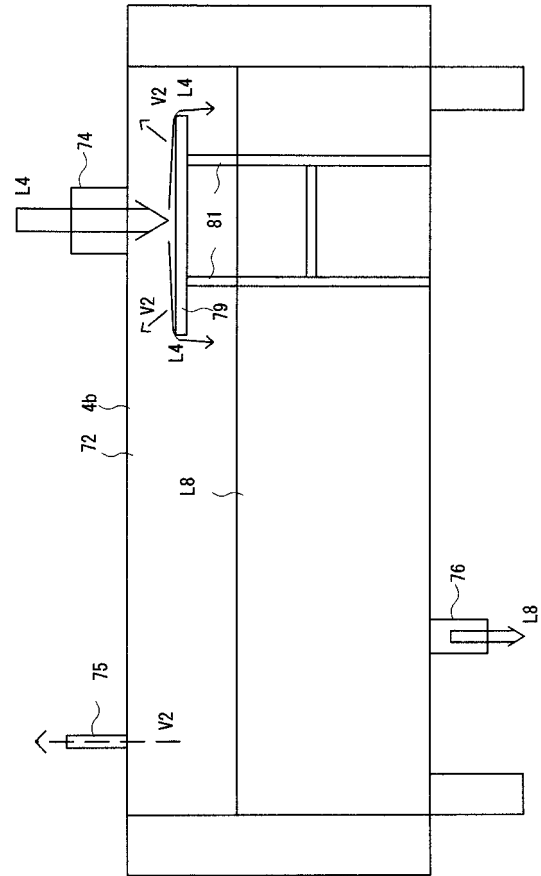
【 図 10 】



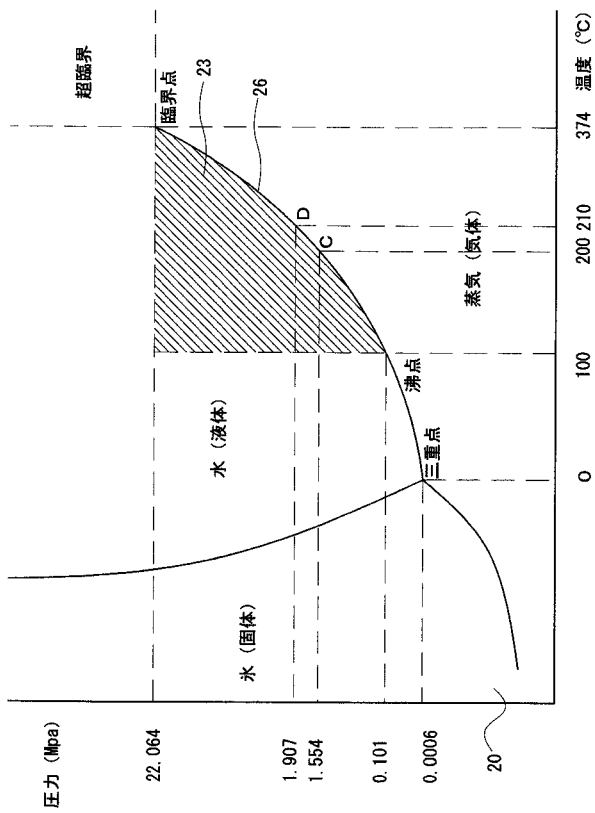
【 図 1 1 】



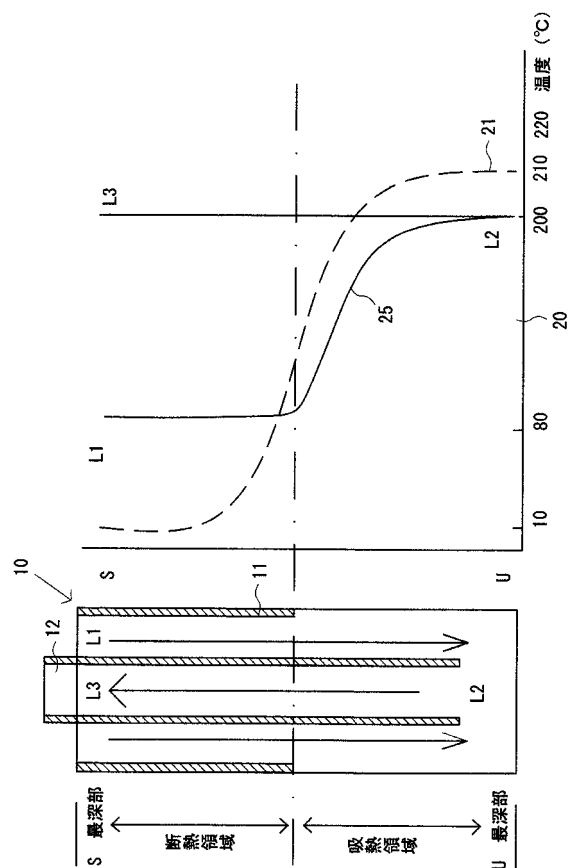
【 図 1 2 】



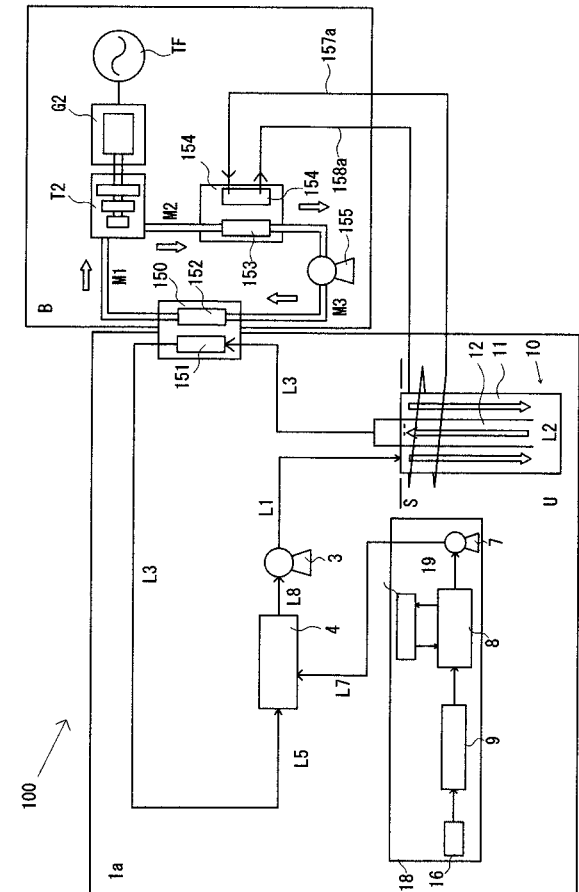
【 図 1 3 】



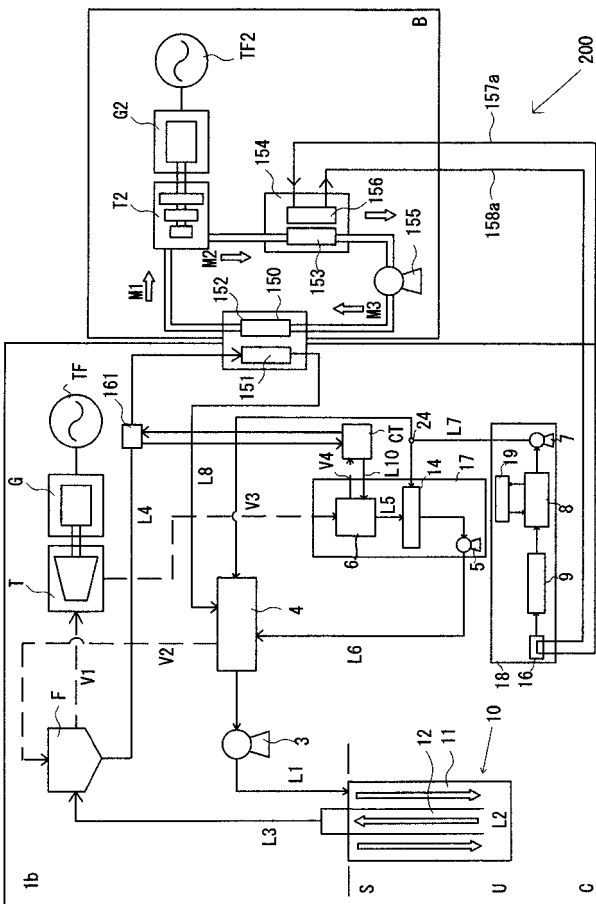
【 図 1 4 】



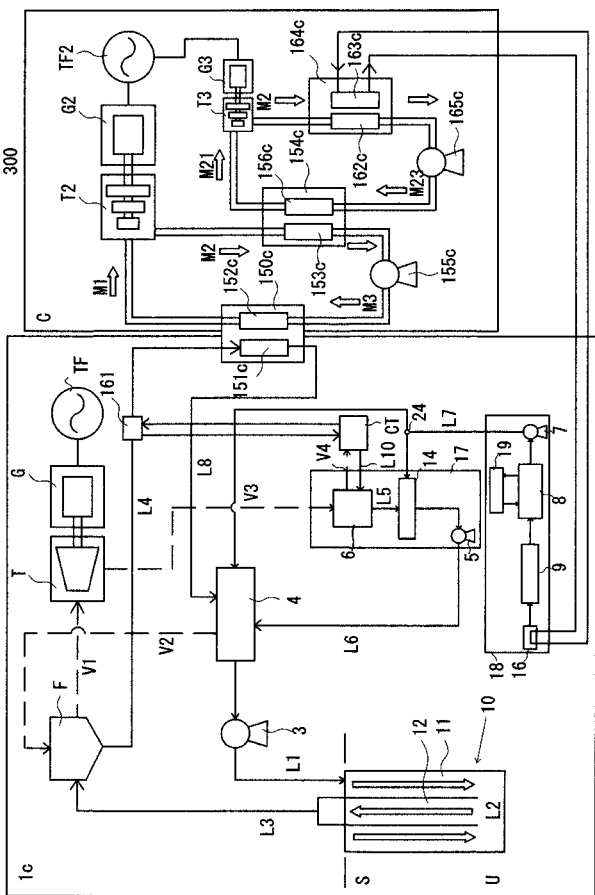
【 図 1 5 】



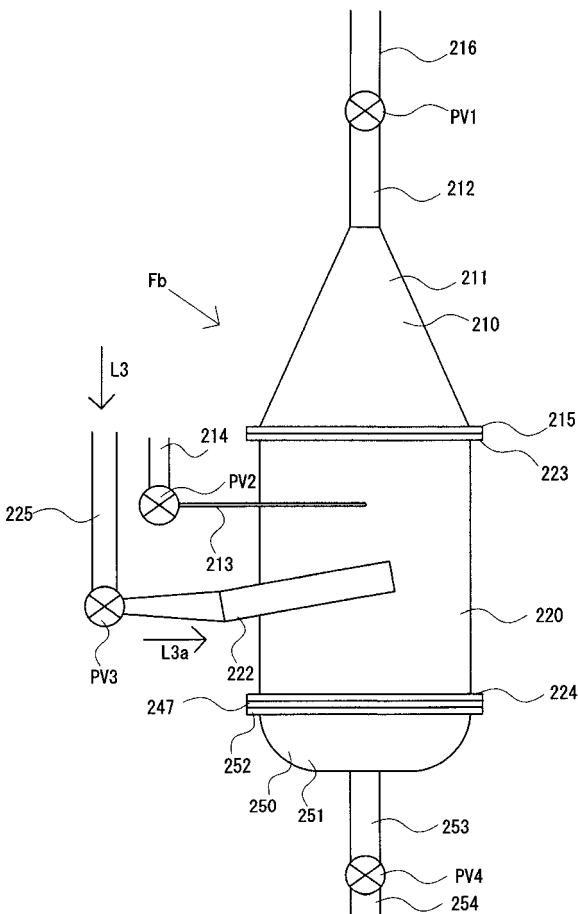
【 図 1 6 】



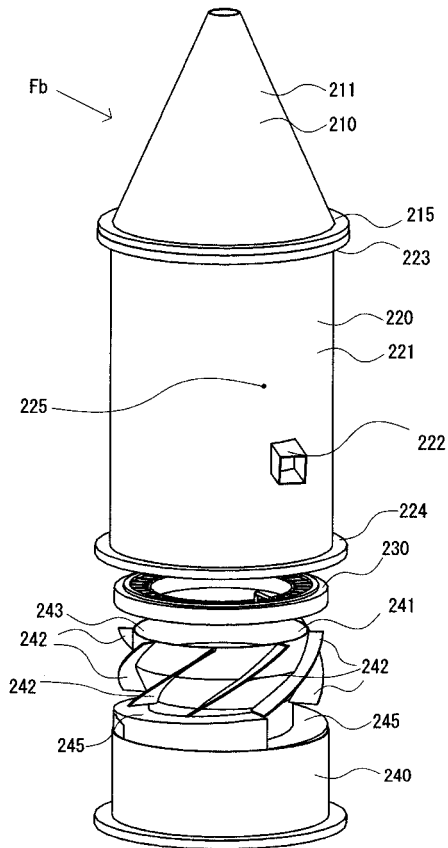
【 図 1 7 】



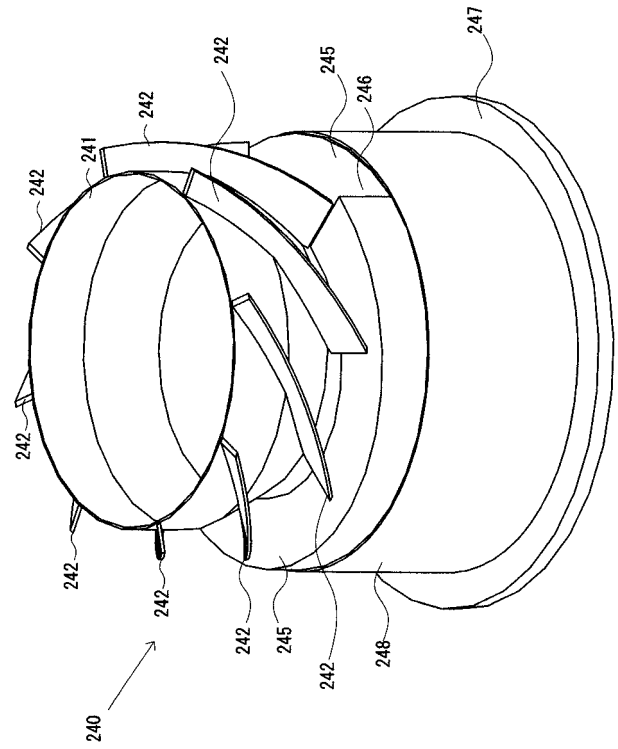
【 図 1 8 】



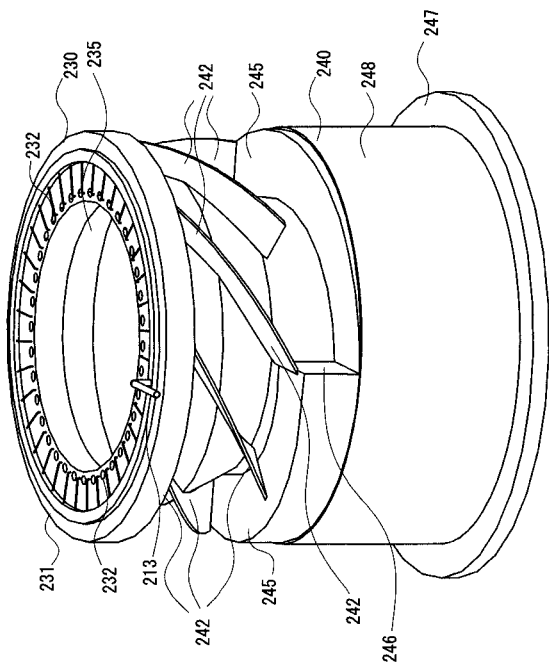
【図 19】



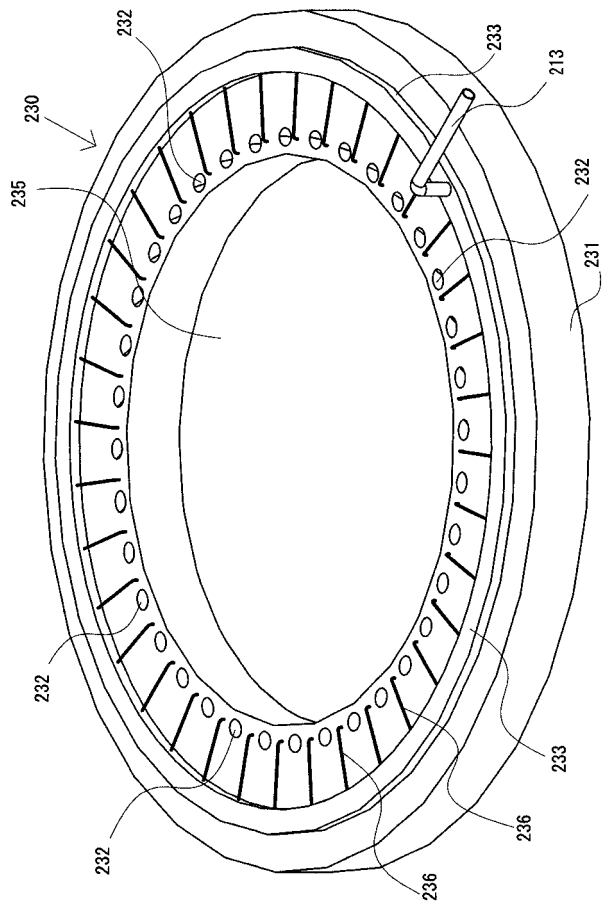
【図 20】



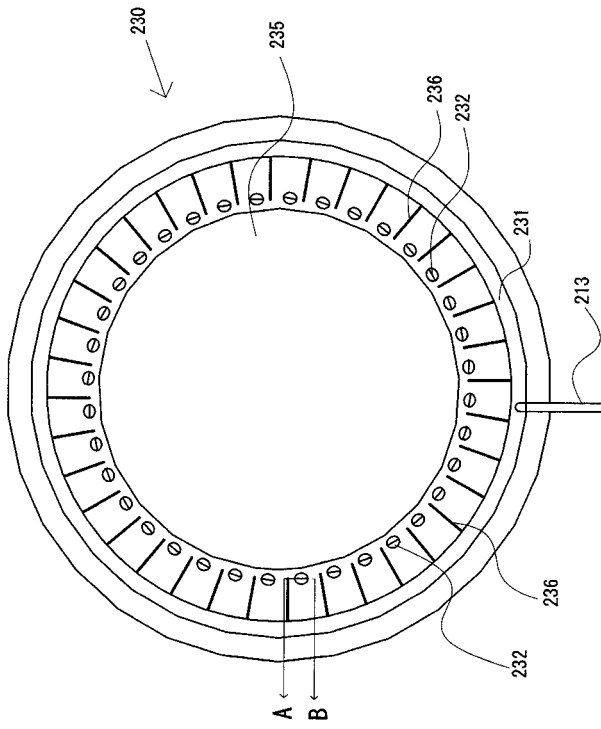
【図 21】



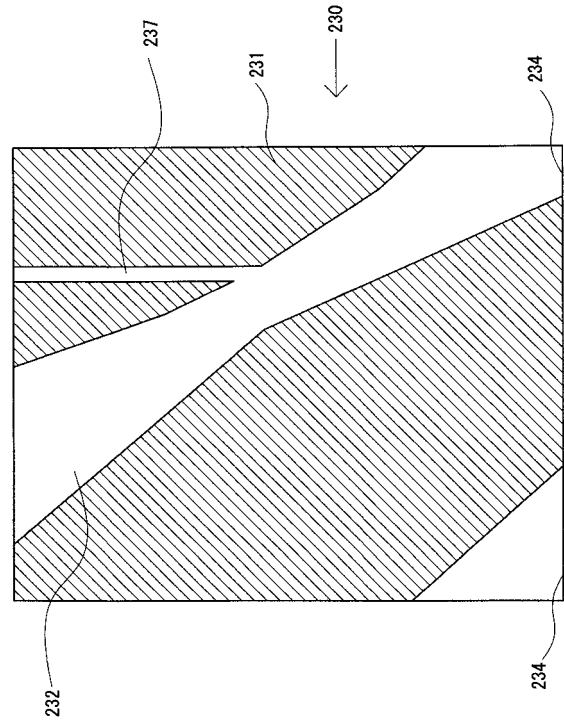
【図 22】



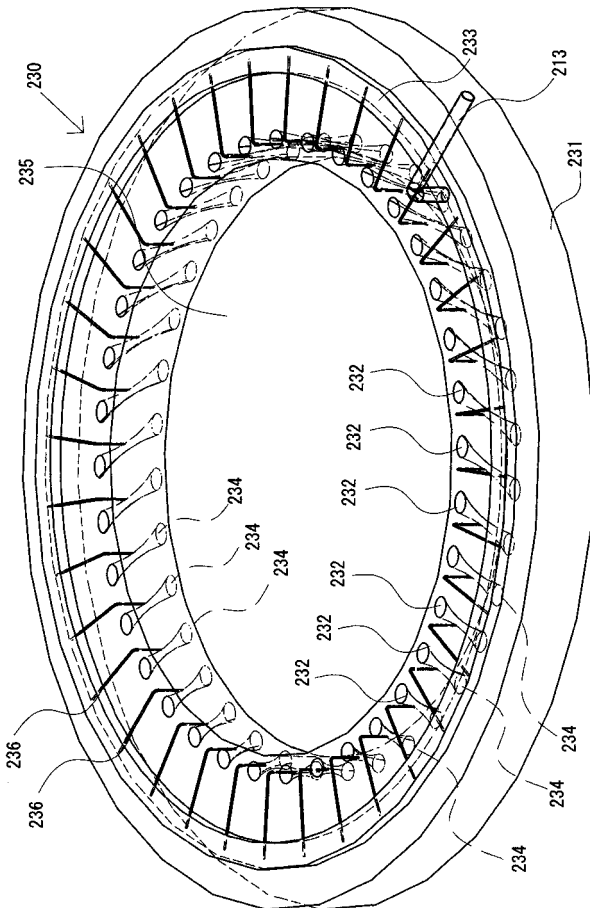
【 図 2 3 】



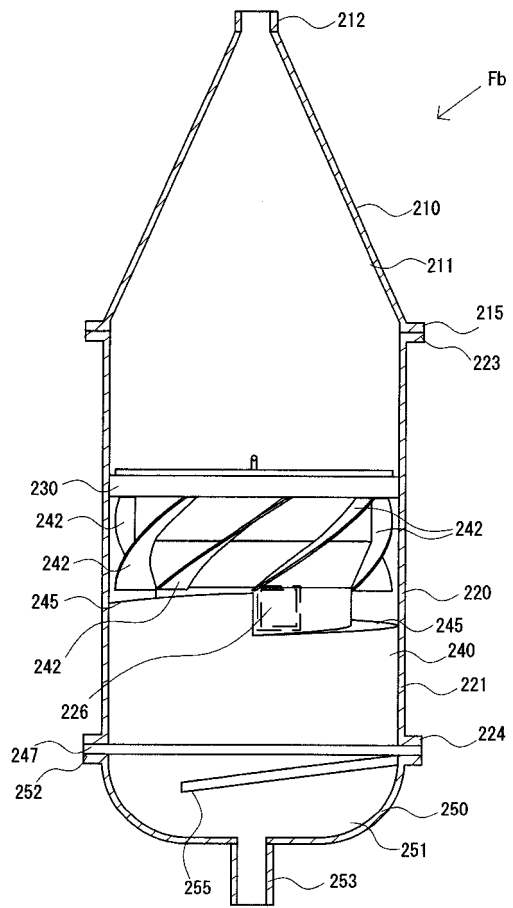
【 図 2 4 】



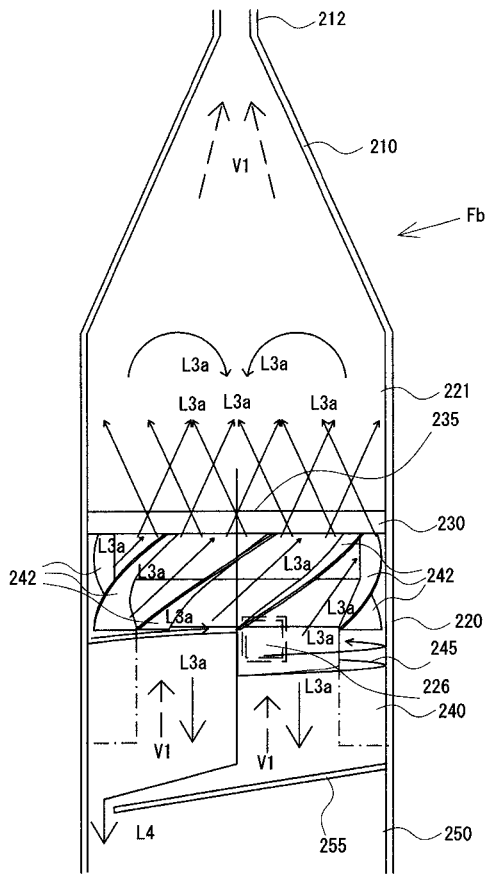
【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



【 図 2 8 】

