

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4599319号  
(P4599319)

(45) 発行日 平成22年12月15日 (2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日 (2010.10.1)

(51) Int. Cl. F I  
**G 2 1 D 1/00 (2006.01)** G 2 1 D 1/00 S  
**F 2 2 B 37/32 (2006.01)** F 2 2 B 37/32 B

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-53631 (P2006-53631)	(73) 特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(22) 出願日	平成18年2月28日 (2006.2.28)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(65) 公開番号	特開2007-232527 (P2007-232527A)	(72) 発明者	鈴木 忠彦 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内
(43) 公開日	平成19年9月13日 (2007.9.13)	(72) 発明者	近藤 喜之 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内
審査請求日	平成20年2月13日 (2008.2.13)	(72) 発明者	水谷 敏行 神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三 菱重工業株式会社 神戸造船所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気水分離器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下部に湾曲部を有して水と蒸気の2相流が上昇する気水上昇管と、該気水上昇管の内部に設けられた旋回羽根と、前記気水上昇管を囲んで設けられて環状のダウンカマー空間を画成する降水胴と、前記気水上昇管及び前記降水胴の上端に所定の空間をもって対向して配設されると共に前記気水上昇管の上方にオリフィスを有するデッキプレートと、前記気水上昇管における前記湾曲部と前記旋回羽根との間に位置して前記気水上昇管の内面に形成される液膜の厚さを調整する液膜調整手段とを具えたことを特徴とする気水分離器。

【請求項2】

請求項1に記載の気水分離器において、該湾曲部の湾曲方向外側に形成された液膜流排出部を有することを特徴とする気水分離器。

10

【請求項3】

請求項1に記載の気水分離器において、前記液膜調整手段は、該湾曲部の湾曲方向外側に形成された液膜を湾曲方向内側に導く液膜流通路を有することを特徴とする気水分離器。

【請求項4】

請求項3に記載の気水分離器において、前記液膜流通路は、前記気水上昇管の外側に螺旋状に設けられたことを特徴とする気水分離器。

【請求項5】

請求項1に記載の気水分離器において、前記液膜調整手段は、中心部に2相流の通路が

20

形成された抵抗板を有することを特徴とする気水分離器。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の気水分離器において、前記液膜調整手段は、前記気水上昇管の上端部に設けられた液膜流排出部を有し、該液膜流排出部は、前記湾曲部の湾曲方向内側の開口面積に対して、外側の開口面積が大きく設定されたことを特徴とする気水分離器。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一つに記載の気水分離器において、前記オリフィスは、前記気水上昇管に対して前記湾曲部の湾曲方向内側に偏心して設けられたことを特徴とする気水分離器。

【請求項 8】

下部に湾曲部を有して水と蒸気の 2 相流が上昇する気水上昇管と、該気水上昇管の内部に設けられた旋回羽根と、前記気水上昇管を囲んで設けられて環状のダウンカマー空間を画成する降水胴と、前記気水上昇管及び前記降水胴の上端に所定の空間をもって対向して配設されると共に前記気水上昇管の上方にオリフィスを有するデッキプレートとを具え、前記オリフィスは、前記気水上昇管に対して前記湾曲部の湾曲方向内側に偏心して設けられたことを特徴とする気水分離器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気体と液体の 2 相流を気液に分離する気水分離器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、加圧水型原子炉（PWR：Pressurized Water Reactor）は、軽水を原子炉冷却材及び中性子減速材として使用し、炉心全体にわたって沸騰しない高温高压水とし、この高温高压水を蒸気発生器に送って熱交換により蒸気を発生させ、この蒸気をタービン発電機へ送って発電するものである。そして、この加圧水型原子炉は、高温高压の一次冷却水の熱を蒸気発生器を介して二次冷却水に伝え、二次冷却水で水蒸気を発生させるものである。この蒸気発生器は、多数の細い伝熱管の内側を一次冷却水が流れ、外側を流れる二次冷却水に熱を伝えて水蒸気を生成し、この水蒸気によりタービンを回して発電している。

【0003】

この蒸気発生器は、中空密閉形状をなす胴部内に、その内壁面と所定間隔をもって管群外筒を配設すると共に、この管群外筒内に逆 U 字形状をなす複数の伝熱管を配設し、各伝熱管の端部を管板に支持すると共に、中間部を管板から延びるステーロッドにより支持された複数の管支持板により支持して構成され、上部に気水分離器と湿水分離器が配設されている。

【0004】

従って、胴部の下部に形成された水室を通して複数の伝熱管に一次冷却水が供給される一方、胴部の上部に形成された給水管からこの胴部内に二次冷却水が供給されると、複数の伝熱管内を流れる一次冷却水（熱水）と胴部内を循環する二次冷却水（冷水）との間で熱交換が行われることで、二次冷却水が熱を吸収して水蒸気が生成され、この水蒸気が上昇するときに、気水分離器及び湿水分離器により水と蒸気に分離され、蒸気が胴部の上部から排出される一方、水は下方に落下する。

【0005】

従来の気水分離器は、水蒸気が上昇する複数のライザと、このライザの内部に設けられたスワールベーンと、ライザの外側に位置してダウンカマー空間を画成するダウンカマバレルと、ライザ及びダウンカマバレルの上端に所定の空間をもって対向して配設されてオリフィスやベントを有するデッキプレートとから構成されている。

【0006】

従って、蒸気発生器で生成された蒸気と水の 2 相流は、各ライザの下端部から導入され

10

20

30

40

50

て上方に移動し、スワールベーンにより旋回上昇させられ、水はライザの内壁面に付着して液膜流となりながら上昇し、蒸気はライザの上方で旋回しながら上昇する。そして、この蒸気は、主としてオリフィスとベントを通過してデッキプレートの上へ移送される一方、水はライザの上端部とデッキプレートとの隙間からこのライザの外方に抜け、ダウンカムパレルに流入して流下することとなり、デッキプレートの上へは蒸気のみが流出することとなる。

【0007】

なお、このような気水分離器としては、下記特許文献1、2に記載されたものがある。

【0008】

【特許文献1】特開2001-079323号公報

10

【特許文献2】特開2001-183489号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、上述した蒸気発生器にあっては、レイアウト上で気水分離器における外周側のライザを湾曲して形成する必要がある。図11及び図12は、従来の気水分離器を表す概略図である。従来の気水分離器において、図11に示すように、水蒸気が上昇するライザ001は、湾曲部002の上端部に鉛直部003が連結されてなり、内部にスワールベーン004が固定されている。そして、このライザ001の外側にはダウンカム空間を画成するダウンカムパレル005が設けられると共に、ライザ001及びダウンカムパレル005の上方に位置してオリフィス006とベント007を有するデッキプレート008が設けられている。

20

【0010】

この従来の気水分離器にあっては、蒸気と水の2相流がライザ001内を上昇するが、このライザ001の下部に湾曲部002が設けられているため、2相流の流れに偏りが発生し、2相流の液滴が湾曲部002における湾曲方向外側に接触してここに液膜が発生してしまう。そして、2相流がスワールベーン004により旋回上昇させられる間にこの液膜が成長し、ライザ001の上端部では、湾曲部002における湾曲方向内側の液膜に対して、湾曲部002における湾曲方向外側の液膜が厚くなる。

【0011】

30

すると、分離された蒸気の旋回流がこの液膜に接触して液滴を多く含んでしまい、そのままデッキプレートの上へ排出されてしまう。蒸気が多量の液滴を含むと、湿分分離器での処理能力が不足してしまい、適正に分離された良質の蒸気を生成することができないという問題がある。また、ライザ001の上端部よりダウンカムパレル005へ流出した水の大部分は、このダウンカムパレル005を下降するが、一部の液膜が厚くなるために一部の水がオリフィス006から上方にオーバーフローしてしまったり、ダウンカムパレル005の外側にオーバーフローしてしまうという問題がある。

【0012】

更に、図12示すように、ライザ001の下部に湾曲部002が設けられているため、2相流の流速にも偏りが発生し、この2相流の流速の偏りによっても、ライザ001の上端部にて、湾曲部002における湾曲方向内側と外側とで液膜の厚さが相違してしまう。そして、オリフィス006やベント007から排出される蒸気流速の増加によりキャリアオーバーが増加してしまうという問題がある。

40

【0013】

本発明は上述した課題を解決するものであり、液膜流のオーバーフローを防止することで気水分離性能の向上を図った気水分離器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】

【0014】

上記の目的を達成するための請求項1の発明の気水分離器は、下部に湾曲部を有して水と蒸気の2相流が上昇する気水上昇管と、該気水上昇管の内部に設けられた旋回羽根と、

50

前記気水上昇管を囲んで設けられて環状のダウンカマー空間を画成する降水胴と、前記気水上昇管及び前記降水胴の上端に所定の空間をもって対向して配設されると共に前記気水上昇管の上方にオリフィスを有するデッキプレートと、前記気水上昇管における前記湾曲部と前記旋回羽根との間に位置して前記気水上昇管の内面に形成される液膜の厚さを調整する液膜調整手段とを具えたことを特徴とするものである。

【0015】

請求項2の発明の気水分離器では、前記液膜調整手段は、該湾曲部の湾曲方向外側に形成された液膜流排出部を有することを特徴としている。

【0016】

請求項3の発明の気水分離器では、前記液膜調整手段は、該湾曲部の湾曲方向外側に形成された液膜を湾曲方向内側に導く液膜流通路を有することを特徴としている。

10

【0017】

請求項4の発明の気水分離器では、前記液膜流通路は、前記気水上昇管の外側に螺旋状に設けられたことを特徴としている。

【0019】

請求項5の発明の気水分離器では、前記液膜調整手段は、中心部に2相流の通路が形成された抵抗板を有することを特徴としている。

【0020】

請求項6の発明の気水分離器では、前記液膜調整手段は、前記気水上昇管の上端部に設けられた液膜流排出部を有し、該液膜流排出部は、前記湾曲部の湾曲方向内側の開口面積に対して、外側の開口面積が大きく設定されたことを特徴としている。

20

【0021】

請求項7の発明の気水分離器では、前記オリフィスは、前記気水上昇管に対して前記湾曲部の湾曲方向内側に偏心して設けられたことを特徴としている。

【0022】

請求項8の発明の気水分離器は、下部に湾曲部を有して水と蒸気の2相流が上昇する気水上昇管と、該気水上昇管の内部に設けられた旋回羽根と、前記気水上昇管を囲んで設けられて環状のダウンカマー空間を画成する降水胴と、前記気水上昇管及び前記降水胴の上端に所定の空間をもって対向して配設されると共に前記気水上昇管の上方にオリフィスを有するデッキプレートとを具え、前記オリフィスは、前記気水上昇管に対して前記湾曲部の湾曲方向内側に偏心して設けられたことを特徴とするものである。

30

【発明の効果】

【0023】

請求項1の発明の気水分離器によれば、下部に湾曲部を有して水と蒸気の2相流が上昇する気水上昇管を設け、この気水上昇管の内部に旋回羽根を設け、気水上昇管を囲んで環状のダウンカマー空間を画成する降水胴を設けると共に、気水上昇管及び降水胴の上端に所定の空間をもって対向して気水上昇管の上方にオリフィスを有するデッキプレートを設け、気水上昇管における湾曲部と旋回羽根との間に位置して気水上昇管の内面に形成される液膜の厚さを調整する液膜調整手段を設けたので、水と蒸気の2相流は、気水上昇管の下端部から導入されて上方に移動し、旋回羽根により旋回上昇させられ、水は気水上昇管の内面に付着して液膜流となりながら上昇するが、このとき、液膜調整手段により液膜の厚さが調整されながら上昇するため、水がオーバーフローすることなく降水胴のダウンカマー空間に適正に流入して流下する一方、蒸気は気水上昇管の上方で旋回しながら上昇するが、液膜の水分を巻き込むことなくオリフィスを通して適正にデッキプレートの上へ排出されることとなり、その結果、気水上昇管内に形成される液膜の厚さを均一化すると共に液膜流のオーバーフローを防止することで気水分離性能を向上することができる。

40

【0024】

請求項2の発明の気水分離器によれば、液膜調整手段として、気水上昇管における湾曲部と旋回羽根との間に位置して湾曲部の湾曲方向外側に液膜流排出部を形成したので、2相流は気水上昇管内に導入されて上方に移動し、湾曲部の湾曲方向外側に接触してここに

50

液膜が形成されるが、一部の液膜流が液膜流排出部から排出されるため、液膜の厚さが厚くならず上昇することとなり、水のオーバーフローや蒸気による液膜の水分の巻き込みがなくなり、気水分離性能を向上することができる。

【0025】

請求項3の発明の気水分離器によれば、液膜調整手段として、気水上昇管における湾曲部と旋回羽根との間に位置して湾曲部の湾曲方向外側に液膜を湾曲方向内側に導く液膜流通路を形成したので、2相流は気水上昇管内に導入されて上方に移動し、湾曲部の湾曲方向外側に接触してここに液膜が形成されるが、一部の液膜流が液膜流通路を通して湾曲方向内側に導かれるため、液膜の厚さが厚くならず上昇することとなり、水のオーバーフローや蒸気による液膜の水分の巻き込みがなくなり、気水分離性能を向上することができる。

10

【0026】

請求項4の発明の気水分離器によれば、液膜流通路を気水上昇管の外側に螺旋状に設けたので、液膜流通路を通る一部の液膜流は、螺旋状に流動して湾曲方向内側に導かれることとなり、2相流に旋回力を付与すると共に、全ての蒸気を上昇させることで、気水分離性能を向上することができる。

【0028】

請求項5の発明の気水分離器によれば、液膜調整手段として、気水上昇管における湾曲部と旋回羽根との間に中心部に2相流の通路が形成された抵抗板を設けたので、2相流は気水上昇管内に導入されて上方に移動し、湾曲部の湾曲方向外側に接触してここに液膜が形成されるが、抵抗板により液膜流の成長が抑制されるため、液膜の厚さが厚くならず上昇することとなり、水のオーバーフローや蒸気による液膜の水分の巻き込みがなくなり、気水分離性能を向上することができる。

20

【0029】

請求項6の発明の気水分離器によれば、液膜調整手段として、気水上昇管の上端部に液膜流排出部を設け、この液膜流排出部を、湾曲部の湾曲方向内側の開口面積に対して外側の開口面積を大きく設定したので、2相流は気水上昇管内に導入されて上方に移動し、湾曲部の湾曲方向外側に接触してここに液膜が形成され、上昇しながら成長するが、湾曲部の湾曲方向外側にある液膜流排出部の開口面積が大きいために一部の液膜流が排出されることとなり、水のオーバーフローや蒸気による液膜の水分の巻き込みがなくなり、気水分離性能を向上することができる。

30

【0030】

請求項7の発明の気水分離器によれば、オリフィスを気水上昇管に対して湾曲部の湾曲方向内側に偏心して設けたので、湾曲部で形成された液膜流が上昇するが、オリフィスが偏心して設けられているため、オリフィスからの水のオーバーフローを防止することができる。

【0031】

請求項8の発明の気水分離器によれば、下部に湾曲部を有して水と蒸気の2相流が上昇する気水上昇管を設け、この気水上昇管の内部に旋回羽根を設け、気水上昇管を囲んで環状のダウンカマ空間を画成する降水胴を設けると共に、気水上昇管及び降水胴の上端に所定の空間をもって対向して気水上昇管の上方にオリフィスを有するデッキプレートを設け、このオリフィスを気水上昇管に対して湾曲部の湾曲方向内側に偏心して設けたので、水と蒸気の2相流は、気水上昇管の下端部から導入されて上方に移動し、旋回羽根により旋回上昇させられ、水は気水上昇管の内面に付着して液膜流となりながら上昇するが、オリフィスが偏心して設けられているため、水がこのオリフィスからオーバーフローすることなく降水胴のダウンカマ空間に適正に流入して流下することとなり、その結果、気水分離性能を向上することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下に添付図面を参照して、本発明に係る気水分離器の好適な実施例を詳細に説明する

50

。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【実施例 1】

【0033】

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る気水分離器の要部概略図、図 2 は、実施例 1 の気水分離器におけるライザの側面図、図 3 は、実施例 1 の気水分離器を有する蒸気発生器が適用された加圧水型原子炉を有する発電設備の概略構成図、図 4 は、実施例 1 の気水分離器を有する蒸気発生器を表す概略構成図、図 5 は、実施例 1 の気水分離器の概略図である。

【0034】

実施例 1 の原子炉は、軽水を原子炉冷却材及び中性子減速材として使用し、炉心全体にわたって沸騰しない高温高压水とし、この高温高压水を蒸気発生器に送って熱交換により蒸気を発生させ、この蒸気をタービン発電機へ送って発電する加圧水型原子炉（PWR：Pressurized Water Reactor）である。

【0035】

即ち、この加圧水型原子炉を有する発電設備において、図 3 に示すように、原子炉格納容器 11 内には、加圧水型原子炉 12 及び蒸気発生器 13 が格納されており、この加圧水型原子炉 12 と蒸気発生器 13 とは冷却水配管 14、15 を介して連結されており、冷却水配管 14 に加圧器 16 が設けられ、冷却水配管 15 に冷却水ポンプ 17 が設けられている。この場合、減速材及び一次冷却水としてとして軽水を用い、炉心部における一次冷却水の沸騰を抑制するために、一次冷却系統は加圧器 16 により 150～160 気圧程度の高い圧力をかけている。従って、加圧水型原子炉 12 にて、燃料として低濃縮ウランまたは MOX により一次冷却水として軽水が加熱され、高温の軽水が加圧器 16 により所定の高圧に維持した状態で冷却水配管 14 を通して蒸気発生器 13 に送られる。この蒸気発生器 13 では、高圧高温の軽水と二次冷却水としての水との間で熱交換が行われ、冷やされた軽水は冷却水配管 15 を通して加圧水型原子炉 12 に戻される。

【0036】

蒸気発生器 13 は、原子炉格納容器 11 の外部に設けられたタービン 18 及び復水器 19 と冷却水配管 20、21 を介して連結されており、冷却水配管 21 に給水ポンプ 22 が設けられている。また、タービン 18 には発電機 23 が接続され、復水器 19 には冷却水（例えば、海水）を給排する供給管 24 及び配水管 25 が連結されている。従って、蒸気発生器 13 にて、高圧高温の軽水と熱交換を行って生成された蒸気は、冷却水配管 20 を通してタービン 18 に送られ、この蒸気によりタービン 18 を駆動して発電機 23 により発電を行う。タービン 18 を駆動した蒸気は、復水器 19 で冷却された後、冷却水配管 21 を通して蒸気発生器 13 に戻される。

【0037】

加圧水型原子炉を有する発電設備における蒸気発生器 13 おいて、図 4 に示すように、胴部 31 は、密閉された中空円筒形状をなし、上部に対して下部が若干小径となっている。この胴部 31 内には、この胴部 31 の内壁面と所定間隔をもって円筒形状をなす管群外筒 32 が配設され、下端部が管板 33 の近傍まで延設されている。そして、この管群外筒 32 は、長手方向における所定間隔離間した位置で、且つ、周方向における所定間隔離間した位置で、複数の支持部材 34 により胴部 31 に位置決め支持されている。

【0038】

また、管群外筒 32 内には、支持部材 34 に対応した高さ位置に複数の管支持板 35 が配設されており、管板 33 から上方に延設された複数のステーロッド 36 により支持されている。そして、この管群外筒 32 内には、逆 U 字形状をなす複数の伝熱管 37 からなる伝熱管群 38 が配設されており、各伝熱管 37 の端部は管板 33 に拡管して支持されると共に、中間部が複数の管支持板 35 により支持されている。この場合、管支持板 35 には多数の貫通孔（図示略）が形成されており、各伝熱管 37 がこの貫通孔内に非接触状態で貫通している。

【0039】

胴部 31 の下端部には、水室 39 が固定されており、内部が隔壁 40 により入室 41 及

10

20

30

40

50

び出室 4 2 により区画されると共に、入口ノズル 4 3 及び出口ノズル 4 4 が形成され、各伝熱管 3 7 の一端部が入室 4 1 に連通し、他端部が出室 4 2 に連通している。なお、この入口ノズル 4 3 には上述した冷却水配管 1 4 が連結される一方、出口ノズル 4 4 には冷却水配管 1 5 が連結されている。

【 0 0 4 0 】

胴部 3 1 の上部には、給水を蒸気と熱水とに分離する気水分離器 4 5 と、この分離された蒸気の湿分を除去して乾き蒸気に近い状態とする湿水分離器 4 6 が設けられている。また、胴部 3 1 にて、伝熱管群 3 8 と気水分離器 4 5 との間には、胴部 3 1 内に二次冷却水の給水を行う給水管 4 7 が挿入される一方、天井部には蒸気排出口 4 8 が形成されている。そして、胴部 3 1 内には、給水管 4 7 からこの胴部 3 1 内に給水された二次冷却水を、胴部 3 1 と管群外筒 3 2 との間を流下して管板 3 3 にて上方に循環し、伝熱管群 3 8 内を上昇するときに各伝熱管 3 7 内を流れる熱水（一次冷却水）との間で熱交換を行う給水路 4 9 が設けられている。なお、給水管 4 7 には上述した冷却水配管 2 1 が連結される一方、蒸気排出口 4 8 には冷却水配管 2 0 が連結されている。

10

【 0 0 4 1 】

従って、加圧水型原子炉 1 2 で加熱された一次冷却水が冷却水配管 1 4 を通して蒸気発生器 1 3 の入室 4 1 に送られ、多数の伝熱管 4 7 内を通過して循環して出室 4 2 に至る。一方、復水器 1 9 で冷却された二次冷却水が冷却水配管 2 1 を通して蒸気発生器 1 3 の給水管 4 7 に送られ、胴部 3 1 内の給水路 4 9 を通って伝熱管 4 7 内を流れる熱水（一次冷却水）と熱交換を行う。即ち、胴部 3 1 内で、高圧高温の一次冷却水と二次冷却水との間で熱交換が行われ、冷やされた一次冷却水は出室 4 2 から冷却水配管 1 5 を通して加圧水型原子炉 1 2 に戻される。一方、高圧高温の一次冷却水と熱交換を行った二次冷却水は、胴部 3 1 内を上昇し、気水分離器 4 5 で蒸気と熱水とに分離され、湿水分離器 4 6 でこの蒸気の湿分を除去してから、冷却水配管 2 0 を通してタービン 1 8 に送られる。

20

【 0 0 4 2 】

このように構成された蒸気発生器 1 3 の気水分離器 4 5 にて、図 5 に示すように、管群外筒 3 2 の上部には、中央部に位置して鉛直形状をなす複数のライザ（気水上昇管）5 1 と、外周部に位置して湾曲形状をなすライザ（気水上昇管）5 2 が設けられている。即ち、管群外筒 3 2 の外周部に位置するライザ 5 2 と胴部 3 1 との間には、製作時に作業者が溶接作業などを行うための作業空間が必要であり、この管群外筒 3 2 の外周部に位置するライザ 5 2 の下端部を湾曲形状とする必要がある。

30

【 0 0 4 3 】

ところが、湾曲形状のライザ 5 2 を有する気水分離器にあっては、蒸気と熱水の 2 相流がライザ 5 2 内を上昇するとき、2 相流の流れに偏りが生じて液滴が湾曲部の内面に接触してここに比較的厚い液膜が発生し、2 相流が旋回しながら上昇するときこの液膜が成長し、ライザ 5 2 の上端部で液膜の厚さに偏りが生じる。すると、分離された蒸気の旋回流がこの液膜に接触して液滴を多く含んでしまい、気水分離性能が低下してしまう。また、ライザ 5 2 の上端部での液膜が厚くなるため、一部の熱水が蒸気と共に上方にオーバーフローしてしまう。

【 0 0 4 4 】

そこで、本実施例では、蒸気と熱水の 2 相流が導入されるライザ 5 2 に、その内面に形成される液膜の厚さを調整する液膜調整手段を設けている。

40

【 0 0 4 5 】

即ち、本実施例の気水分離器 4 5 において、図 1 及び図 5 に示すように、ライザ 5 2 は、鉛直部 5 3 の下部に湾曲部 5 4 が溶接などにより一体に連結されて構成され、その下端部が管群外筒 3 2 に連結されることで、湾曲部 5 4 の下方から蒸気と熱水の 2 相流が導入可能となっている。ライザ 5 2 は、鉛直部 5 3 の内部にスワールペーン（旋回羽根）5 5 が固定されており、2 相流に旋回力を付与することができる。そして、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 の外側には、このライザ 5 2 を取り囲むようにダウンカマバレル（降水胴）5 6 が設けられ、ステイ 5 7 により管群外筒 3 2 に支持されることで、ライザ 5 2 とダウ

50

ンカマバレル56との間に環状のダウンカマ空間58が画成されている。

【0046】

また、ライザ52及びダウンカマバレル56の上方には、所定の空間をもってデッキプレート60が配設され、外周部が管群外筒32に固定されている。このデッキプレート60には、ライザ52の上方に対向してオリフィス61が形成されると共に、このオリフィス61に隣接して複数のベント62が形成されている。

【0047】

そして、ライザ52には、湾曲部54とスワールベーン55との間に位置して、液膜調整手段として、湾曲部54の湾曲方向外側における鉛直部53に液膜流排出部63が形成されている。本実施例では、図2に詳細に示すように、この液膜流排出部63としての複数

10

【0048】

ここで、上述のように構成された本実施例の気水分離器45の作用について説明する。

【0049】

蒸気と熱水との2相流は、ライザ52の下部から導入されて上昇し、スワールベーン55によって旋回力を受けて上昇し、質量差に応じた旋回半径の違いにより熱水を主成分とする流体と、蒸気を主成分とする流体とに分離される。そして、質量の軽い蒸気を主成分とする流体は、ライザ52の中心軸付近を中心とした小さな旋回半径でライザ52内を旋回上昇し、オリフィス51やベント62を通してデッキプレート60の上方へと排出される。一方、質量の重い熱水を主成分とする流体は、蒸気を主成分とする流体よりも大きな

20

【0050】

このとき、蒸気と熱水の2相流は、ライザ52の湾曲部54に導入されることで、この湾曲部54における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成されるが、その上部にスリット64が形成されており、一部の液膜流がこのスリット64から外部に排出されるため、液膜の厚さが厚くなることはない。即ち、ライザ52の内面に液膜が形成されるものの、複数のスリット64から構成される液膜流排出部63により周方向における液膜の厚さが調整されて均一となりながら上昇することとなり、オリフィス61から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカマバレル56のダウンカマ空間58に適正に流入

30

【0051】

このように実施例1の蒸気発生器にあっては、鉛直部53と湾曲部54とを有するライザ52の内部にスワールベーン55を固定し、ライザ52における鉛直部53の外側にダウンカマバレル56を設けることで環状のダウンカマ空間58を画成し、ライザ52及びダウンカマバレル56の上方に所定の空間をもってデッキプレート60を配設し、オリフィス61とベント62を形成し、ライザ52の湾曲部54とスワールベーン55との間に位置して、この湾曲部54の湾曲方向外側における鉛直部53に液膜流排出部63としての複数の水平なスリット64を形成している。

40

【0052】

従って、ライザ52に導入された蒸気と熱水の2相流は、湾曲部54における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成されるが、一部の液膜流が液膜流排出部63のスリット64から外部に排出されるため、周方向における液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス61から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカマバレル56のダウンカマ空間58に適正に流入して流下することができる一方、蒸気はライザ52の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないために水分を巻き込むことなくオリフィス61を通して適正にデッキプレート60の上方へ排出することができ、その結果、気水分離性能を向上することができる。

50

## 【 0 0 5 3 】

また、本実施例では、本発明の液膜調整手段を、湾曲部 5 4 の湾曲方向外側に液膜流排出部 6 3 として複数の水平なスリット 6 4 を形成して構成している。従って、簡単な構成で湾曲部 5 4 の湾曲方向外側の内面に形成される液膜の厚さを調整することができる。

## 【 0 0 5 4 】

なお、上述の実施例では、液膜調整手段としての液膜流排出部 6 3 を複数の水平なスリット 6 4 により構成したが、複数の丸孔であってもよい。

## 【実施例 2】

## 【 0 0 5 5 】

図 6 は、本発明の実施例 2 に係る気水分離器の要部概略図である。なお、前述した実施例で説明したものと同様の機能を有する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

10

## 【 0 0 5 6 】

実施例 2 の気水分離器 4 5 において、図 6 に示すように、ライザ 5 2 は鉛直部 5 3 の下部に湾曲部 5 4 が一体に連結されて構成され、湾曲部 5 4 の下方から蒸気と熱水の 2 相流が導入可能となっており、鉛直部 5 3 の内部にスワールベーン 5 5 が固定されている。そして、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 を取り囲むようにダウンカムバレル 5 6 が設けられることで、ライザ 5 2 とダウンカムバレル 5 6 との間に環状のダウンカム空間 5 8 が画成されている。また、ライザ 5 2 及びダウンカムバレル 5 6 の上方には、所定の空間をもってデッキプレート 6 0 が配設され、オリフィス 6 1 及びベント 6 2 が形成されている。

20

## 【 0 0 5 7 】

そして、ライザ 5 2 には、湾曲部 5 4 とスワールベーン 5 5 との間に位置して、液膜調整手段として、湾曲部 5 4 の湾曲方向外側における鉛直部 5 3 の液膜を湾曲方向内側に導く液膜流通路 7 1 が形成されている。本実施例にて、この液膜流通路 7 1 は、鉛直部 5 3 の外側に湾曲部 5 4 の湾曲方向外側と湾曲方向内側とを連結するように固定された螺旋状をなすカバー 7 2 と、このカバー 7 2 内の空間とライザ 5 2 の内部を連通する複数の下部スリット 7 3 及び複数の上部スリット 7 4 とにより構成されている。

## 【 0 0 5 8 】

ここで、上述のように構成された本実施例の気水分離器 4 5 の作用について説明する。

## 【 0 0 5 9 】

蒸気と熱水との 2 相流は、ライザ 5 2 の下部から導入されて上昇し、スワールベーン 5 5 によって旋回力を受けて上昇し、質量差に応じた旋回半径の違いにより熱水を主成分とする流体と、蒸気を主成分とする流体とに分離される。そして、質量の軽い蒸気を主成分とする流体は、ライザ 5 2 の中心軸付近を中心とした小さな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回上昇し、オリフィス 5 1 やベント 6 2 を通してデッキプレート 6 0 の上方へと排出される。一方、質量の重い熱水を主成分とする流体は、蒸気を主成分とする流体よりも大きな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回しながら上昇し、ライザ 5 2 とデッキプレート 6 0 との間隙からダウンカムバレル 5 6 のダウンカム空間 5 8 に導入される。

30

## 【 0 0 6 0 】

このとき、蒸気と熱水の 2 相流は、ライザ 5 2 の湾曲部 5 4 に導入されることで、この湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成されるが、その上部に湾曲方向外側から湾曲方向内側に至る液膜流通路 7 1 が形成されており、一部の液膜流が下部スリット 7 3 からカバー 7 2 内に入り、上部スリット 7 4 からライザ 5 2 内に戻されるため、鉛直部 5 3 における湾曲方向外側の液膜の厚さが厚くなることはない。即ち、ライザ 5 2 の内面に液膜が形成されるものの、液膜流通路 7 1 により湾曲方向外側にある液膜流の一部が湾曲方向内側に流動することで、周方向における液膜の厚さが調整されて均一となりながら上昇することとなり、オリフィス 6 1 から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカムバレル 5 6 のダウンカム空間 5 8 に適正に流入して流下する。一方、蒸気はライザ 5 2 の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないため、水分を巻き込むことなくオリフィス 6 1 を通って適正にデッキプレート 6 0 の上方へ排出される。

40

50

## 【 0 0 6 1 】

このように実施例 2 の蒸気発生器にあっては、鉛直部 5 3 と湾曲部 5 4 とを有するライザ 5 2 の内部にスワールベーン 5 5 を固定し、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 の外側にダウンカマバレル 5 6 を設けることで環状のダウンカマ空間 5 8 を画成し、ライザ 5 2 及びダウンカマバレル 5 6 の上方に所定の空間をもってデッキプレート 6 0 を配設し、オリフィス 6 1 とベント 6 2 を形成し、ライザ 5 2 の湾曲部 5 4 とスワールベーン 5 5 との間に位置して、湾曲部 5 4 の湾曲方向外側における鉛直部 5 3 の液膜を湾曲方向内側に導く液膜流通路 7 1 を形成している。

## 【 0 0 6 2 】

従って、ライザ 5 2 に導入された蒸気と熱水の 2 相流は、湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成されるが、一部の液膜流が液膜流通路 7 1 を通って湾曲方向内側に流動するため、周方向における液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス 6 1 から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカマバレル 5 6 のダウンカマ空間 5 8 に適正に流入して流下することができる一方、蒸気はライザ 5 2 の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないために水分を巻き込むことなくオリフィス 6 1 を通って適正にデッキプレート 6 0 の上方へ排出することができ、その結果、気水分離性能を向上することができる。

## 【 0 0 6 3 】

また、本実施例では、本発明の液膜調整手段を、湾曲部 5 4 の湾曲方向外側における鉛直部 5 3 の液膜を湾曲方向内側に導く液膜流通路 7 1 とし、この液膜流通路 7 1 を、鉛直部 5 3 の外側に湾曲部 5 4 の湾曲方向外側と湾曲方向内側とを連結するように固定された螺旋状をなすカバー 7 2 と、このカバー 7 2 内の空間とライザ 5 2 の内部を連通する複数の下部スリット 7 3 及び複数の上部スリット 7 4 とにより構成している。従って、簡単な構成で湾曲部 5 4 の湾曲方向外側の内面に形成される液膜の厚さを調整することができると共に、ライザ 5 2 内を上昇する 2 相流の蒸気を外部に排出することはなく、気水分離処理の効率化を図ることができる。

## 【 実施例 3 】

## 【 0 0 6 4 】

図 7 は、本発明の実施例 3 に係る気水分離器の要部概略図である。なお、前述した実施例で説明したものと同様の機能を有する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

## 【 0 0 6 5 】

実施例 3 の気水分離器 4 5 において、図 7 に示すように、ライザ 5 2 は鉛直部 5 3 の下部に湾曲部 5 4 が一体に連結されて構成され、湾曲部 5 4 の下方から蒸気と熱水の 2 相流が導入可能となっており、鉛直部 5 3 の内部にスワールベーン 5 5 が固定されている。そして、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 を取り囲むようにダウンカマバレル 5 6 が設けられることで、ライザ 5 2 とダウンカマバレル 5 6 との間に環状のダウンカマ空間 5 8 が画成されている。また、ライザ 5 2 及びダウンカマバレル 5 6 の上方には、所定の空間をもってデッキプレート 6 0 が配設され、オリフィス 6 1 及びベント 6 2 が形成されている。

## 【 0 0 6 6 】

そして、ライザ 5 2 には、スワールベーン 5 5 の上方に位置して、液膜調整手段として、湾曲部 5 4 の湾曲方向外側における鉛直部 5 3 に液膜流排出部 8 1 が形成されている。本実施例では、この液膜流排出部 8 1 としての複数のスリット 8 2 が、鉛直部 5 3 の上部に水平をなして形成されている。

## 【 0 0 6 7 】

ここで、上述のように構成された本実施例の気水分離器 4 5 の作用について説明する。

## 【 0 0 6 8 】

蒸気と熱水との 2 相流は、ライザ 5 2 の下部から導入されて上昇し、スワールベーン 5 5 によって旋回力を受けて上昇し、質量差に応じた旋回半径の違いにより熱水を主成分とする流体と、蒸気を主成分とする流体とに分離される。そして、質量の軽い蒸気を主成分

10

20

30

40

50

とする流体は、ライザ 5 2 の中心軸付近を中心とした小さな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回上昇し、オリフィス 5 1 やベント 6 2 を通してデッキプレート 6 0 の上方へと排出される。一方、質量の重い熱水を主成分とする流体は、蒸気を主成分とする流体よりも大きな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回しながら上昇し、ライザ 5 2 とデッキプレート 6 0 との間隙からダウンカマバレル 5 6 のダウンカマ空間 5 8 に導入される。

【 0 0 6 9 】

このとき、蒸気と熱水の 2 相流は、ライザ 5 2 の湾曲部 5 4 に導入されることで、この湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成され、スワールベーン 5 5 によって旋回力を受けた後もこの液膜厚さが成長して上昇するが、鉛直部 5 3 の上部にスリット 8 2 が形成されており、一部の液膜流がこのスリット 8 2 から外部に排出されるため、液膜の厚さが厚くなることはない。即ち、ライザ 5 2 の内面に液膜が形成されるものの、複数のスリット 8 2 から構成される液膜流排出部 8 1 により鉛直部 5 3 の上部における周方向の液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス 6 1 から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカマバレル 5 6 のダウンカマ空間 5 8 に適正に流入して流下する。一方、蒸気はライザ 5 2 の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないため、水分を巻き込むことなくオリフィス 6 1 を通って適正にデッキプレート 6 0 の上方へ排出される。

10

【 0 0 7 0 】

このように実施例 3 の蒸気発生器にあっては、鉛直部 5 3 と湾曲部 5 4 とを有するライザ 5 2 の内部にスワールベーン 5 5 を固定し、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 の外側にダウンカマバレル 5 6 を設けることで環状のダウンカマ空間 5 8 を画成し、ライザ 5 2 及びダウンカマバレル 5 6 の上方に所定の空間をもってデッキプレート 6 0 を配設し、オリフィス 6 1 とベント 6 2 を形成し、ライザ 5 2 におけるスワールベーン 5 5 の上方に位置して、湾曲部 5 4 の湾曲方向外側における鉛直部 5 3 の上部に液膜流排出部 8 1 としての複数の水平なスリット 8 1 を形成している。

20

【 0 0 7 1 】

従って、ライザ 5 2 に導入された蒸気と熱水の 2 相流は、湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成され、この液膜が成長しながら鉛直部 5 3 まで上昇するが、一部の液膜流が液膜流排出部 8 1 のスリット 8 2 から外部に排出されるため、ライザ 5 2 の上端部における周方向の液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス 6 1 から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカマバレル 5 6 のダウンカマ空間 5 8 に適正に流入して流下することができる一方、蒸気はライザ 5 2 の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないために水分を巻き込むことなくオリフィス 6 1 を通って適正にデッキプレート 6 0 の上方へ排出することができ、その結果、気水分離性能を向上することができる。

30

【 0 0 7 2 】

また、本実施例では、本発明の液膜調整手段を、鉛直部 5 3 における湾曲部 5 4 の湾曲方向外側に液膜流排出部 8 1 として複数の水平なスリット 8 2 を形成して構成している。従って、簡単な構成で鉛直部 5 3 の湾曲方向外側の内面に形成される液膜の厚さを調整することができる。

40

【 0 0 7 3 】

なお、上述の実施例では、液膜調整手段としての液膜流排出部 8 1 を複数の水平なスリット 8 2 により構成したが、複数の丸孔であってもよい。

【実施例 4】

【 0 0 7 4 】

図 8 は、本発明の実施例 4 に係る気水分離器の要部概略図である。なお、前述した実施例で説明したものと同様の機能を有する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 0 7 5 】

実施例 4 の気水分離器 4 5 において、図 8 に示すように、ライザ 5 2 は鉛直部 5 3 の下

50

部に湾曲部 5 4 が一体に連結されて構成され、湾曲部 5 4 の下方から蒸気と熱水の 2 相流が導入可能となっており、鉛直部 5 3 の内部にスワールベーン 5 5 が固定されている。そして、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 を取り囲むようにダウンカムバレル 5 6 が設けられることで、ライザ 5 2 とダウンカムバレル 5 6 との間に環状のダウンカム空間 5 8 が画成されている。また、ライザ 5 2 及びダウンカムバレル 5 6 の上方には、所定の空間をもってデッキプレート 6 0 が配設され、オリフィス 6 1 及びベント 6 2 が形成されている。

【 0 0 7 6 】

そして、ライザ 5 2 には、湾曲部 5 4 とスワールベーン 5 5 との間に位置して、液膜調整手段として、中心部に 2 相流の通路 9 1 が形成された抵抗板 9 2 が固定されている。

【 0 0 7 7 】

ここで、上述のように構成された本実施例の気水分離器 4 5 の作用について説明する。

【 0 0 7 8 】

蒸気と熱水との 2 相流は、ライザ 5 2 の下部から導入されて上昇し、スワールベーン 5 5 によって旋回力を受けて上昇し、質量差に応じた旋回半径の違いにより熱水を主成分とする流体と、蒸気を主成分とする流体とに分離される。そして、質量の軽い蒸気を主成分とする流体は、ライザ 5 2 の中心軸付近を中心とした小さな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回上昇し、オリフィス 5 1 やベント 6 2 を通してデッキプレート 6 0 の上方へと排出される。一方、質量の重い熱水を主成分とする流体は、蒸気を主成分とする流体よりも大きな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回しながら上昇し、ライザ 5 2 とデッキプレート 6 0 との間隙からダウンカムバレル 5 6 のダウンカム空間 5 8 に導入される。

【 0 0 7 9 】

このとき、蒸気と熱水の 2 相流は、ライザ 5 2 の湾曲部 5 4 に導入されることで、この湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成されるが、その上部に抵抗板 9 2 が固定されており、この液膜の成長が抑制されて液膜の厚さが厚くなることはない。即ち、ライザ 5 2 の内面に液膜が形成されるものの、抵抗板 9 2 によりその上昇が阻止され、ライザ 5 2 の鉛直部 5 3 における周方向の液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス 6 1 から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカムバレル 5 6 のダウンカム空間 5 8 に適正に流入して流下する。一方、蒸気はライザ 5 2 の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないために、水分を巻き込むことなくオリフィス 6 1 を通って適正にデッキプレート 6 0 の上方へ排出される。

【 0 0 8 0 】

このように実施例 4 の蒸気発生器にあっては、鉛直部 5 3 と湾曲部 5 4 とを有するライザ 5 2 の内部にスワールベーン 5 5 を固定し、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 の外側にダウンカムバレル 5 6 を設けることで環状のダウンカム空間 5 8 を画成し、ライザ 5 2 及びダウンカムバレル 5 6 の上方に所定の空間をもってデッキプレート 6 0 を配設し、オリフィス 6 1 とベント 6 2 を形成し、ライザ 5 2 の湾曲部 5 4 とスワールベーン 5 5 との間に位置して、中心部に 2 相流の通路 9 1 が形成された抵抗板 9 2 が固定している。

【 0 0 8 1 】

従って、ライザ 5 2 に導入された蒸気と熱水の 2 相流は、湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成されるが、抵抗板 9 2 によりその上昇が阻止され、ライザ 5 2 の鉛直部 5 3 における周方向の液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス 6 1 から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカムバレル 5 6 のダウンカム空間 5 8 に適正に流入して流下することができる一方、蒸気はライザ 5 2 の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないために水分を巻き込むことなくオリフィス 6 1 を通って適正にデッキプレート 6 0 の上方へ排出することができ、その結果、気水分離性能を向上することができる。

【 0 0 8 2 】

また、本実施例では、本発明の液膜調整手段を、2 相流の通路 9 1 が形成された抵抗板 9 2 により構成している。従って、簡単な構成で湾曲部 5 4 の湾曲方向外側の内面に形成される液膜の厚さを調整することができると共に、ライザ 5 2 内を上昇する 2 相流の蒸気

10

20

30

40

50

を外部に排出することはなく、気水分離処理の効率化を図ることができる。

【実施例 5】

【0083】

図9は、本発明の実施例5に係る気水分離器の要部概略図である。なお、前述した実施例で説明したものと同様の機能を有する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0084】

実施例5の気水分離器45において、図9に示すように、ライザ52は鉛直部53の下部に湾曲部54が一体に連結されて構成され、湾曲部54の下方から蒸気と熱水の2相流が導入可能となっており、鉛直部53の内部にスワールベーン55が固定されている。そして、ライザ52における鉛直部53を取り囲むようにダウンカマバレル56が設けられることで、ライザ52とダウンカマバレル56との間に環状のダウンカマ空間58が画成されている。また、ライザ52及びダウンカマバレル56の上方には、所定の空間をもってデッキプレート60が配設され、オリフィス61及びベント62が形成されている。

【0085】

そして、ライザ52には、スワールベーン55の上方に位置して、液膜調整手段として、液膜流排出部101、102が形成されており、湾曲部54の湾曲方向内側に位置する液膜流排出部101の開口面積に対して、湾曲部54の湾曲方向外側に位置する液膜流排出部102の開口面積を大きく設定している。本実施例では、この液膜流排出部101、102を、鉛直部53の上端部に水平をなして形成された複数のスリット103、104とし、液膜流排出部101のスリット103を5本とし、液膜流排出部102のスリット104を3本としている。

【0086】

ここで、上述のように構成された本実施例の気水分離器45の作用について説明する。

【0087】

蒸気と熱水との2相流は、ライザ52の下部から導入されて上昇し、スワールベーン55によって旋回力を受けて上昇し、質量差に応じた旋回半径の違いにより熱水を主成分とする流体と、蒸気を主成分とする流体とに分離される。そして、質量の軽い蒸気を主成分とする流体は、ライザ52の中心軸付近を中心とした小さな旋回半径でライザ52内を旋回上昇し、オリフィス51やベント62を通してデッキプレート60の上方へと排出される。一方、質量の重い熱水を主成分とする流体は、蒸気を主成分とする流体よりも大きな旋回半径でライザ52内を旋回しながら上昇し、ライザ52とデッキプレート60との間の隙間からダウンカマバレル56のダウンカマ空間58に導入される。

【0088】

このとき、蒸気と熱水の2相流は、ライザ52の湾曲部54に導入されることで、この湾曲部54における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成され、スワールベーン55によって旋回力を受けた後もこの液膜厚さが成長して上昇するが、鉛直部53の上部にスリット103が形成されており、一部の液膜流がこのスリット103から外部に排出されるため、液膜の厚さが厚くなることはない。即ち、ライザ52の内面に液膜が形成されるものの、鉛直部53の上部には、液膜流排出部101、102としてのスリット103、104が形成され、湾曲方向内側に位置する液膜流排出部101の開口面積に対して湾曲方向外側に位置する液膜流排出部102の開口面積が大きく設定されており、湾曲方向内側に形成された薄い液膜流の一部がスリット104から排出され、湾曲方向外側に形成された厚い液膜流の大部分がスリット103から排出されることとなる。そのため、鉛直部53の上部における周方向の液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス61から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカマバレル56のダウンカマ空間58に適正に流入して流下する一方、蒸気はライザ52の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないため、水分を巻き込むことなくオリフィス61を通過して適正にデッキプレート60の上方へ排出される。

【0089】

10

20

30

40

50

このように実施例 5 の蒸気発生器にあっては、鉛直部 5 3 と湾曲部 5 4 とを有するライザ 5 2 の内部にスワールベーン 5 5 を固定し、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 の外側にダウンカマバレル 5 6 を設けることで環状のダウンカマ空間 5 8 を画成し、ライザ 5 2 及びダウンカマバレル 5 6 の上方に所定の空間をもってデッキプレート 6 0 を配設し、オリフィス 6 1 とベント 6 2 を形成し、ライザ 5 2 におけるスワールベーン 5 5 の上方に位置して、液膜流排出部 1 0 1 , 1 0 2 としてのスリット 1 0 3 , 1 0 4 を形成し、湾曲部 5 4 の湾曲方向内側に位置する液膜流排出部 1 0 1 の開口面積に対して、湾曲部 5 4 の湾曲方向外側に位置する液膜流排出部 1 0 2 の開口面積を大きく設定している。

【 0 0 9 0 】

従って、ライザ 5 2 に導入された蒸気と熱水の 2 相流は、湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成され、この液膜が成長しながら鉛直部 5 3 まで上昇するが、湾曲方向外側に形成された厚い液膜流の大部分がスリット 1 0 3 から排出されるため、ライザ 5 2 の上部における周方向の液膜の厚さが調整されて均一となり、オリフィス 6 1 から熱水がオーバーフローすることなく、ダウンカマバレル 5 6 のダウンカマ空間 5 8 に適正に流入して流下することができる一方、蒸気はライザ 5 2 の上方で旋回しながら上昇するが、液膜に偏りがないために水分を巻き込むことなくオリフィス 6 1 を通って適正にデッキプレート 6 0 の上方へ排出することができ、その結果、気水分離性能を向上することができる。

【実施例 6】

【 0 0 9 1 】

図 1 0 は、本発明の実施例 6 に係る気水分離器の要部概略図である。なお、前述した実施例で説明したものと同様の機能を有する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 0 9 2 】

実施例 6 の気水分離器 4 5 において、図 9 に示すように、ライザ 5 2 は鉛直部 5 3 の下部に湾曲部 5 4 が一体に連結されて構成され、湾曲部 5 4 の下方から蒸気と熱水の 2 相流が導入可能となっており、鉛直部 5 3 の内部にスワールベーン 5 5 が固定されている。そして、ライザ 5 2 における鉛直部 5 3 を取り囲むようにダウンカマバレル 5 6 が設けられることで、ライザ 5 2 とダウンカマバレル 5 6 との間に環状のダウンカマ空間 5 8 が画成されている。また、ライザ 5 2 及びダウンカマバレル 5 6 の上方には、所定の空間をもってデッキプレート 6 0 が配設され、オリフィス 6 1 及びベント 6 2 が形成されている。

【 0 0 9 3 】

そして、このオリフィス 6 1 の中心  $O_2$  は、ライザ 5 2 の中心  $O_1$  に対して湾曲部 5 4 の湾曲方向内側に所定量  $d$  だけ偏心して設けられている。

【 0 0 9 4 】

ここで、上述のように構成された本実施例の気水分離器 4 5 の作用について説明する。

【 0 0 9 5 】

蒸気と熱水との 2 相流は、ライザ 5 2 の下部から導入されて上昇し、スワールベーン 5 5 によって旋回力を受けて上昇し、質量差に応じた旋回半径の違いにより熱水を主成分とする流体と、蒸気を主成分とする流体とに分離される。そして、質量の軽い蒸気を主成分とする流体は、ライザ 5 2 の中心軸付近を中心とした小さな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回上昇し、オリフィス 6 1 やベント 6 2 を通してデッキプレート 6 0 の上方へと排出される。一方、質量の重い熱水を主成分とする流体は、蒸気を主成分とする流体よりも大きな旋回半径でライザ 5 2 内を旋回しながら上昇し、ライザ 5 2 とデッキプレート 6 0 との間の隙間からダウンカマバレル 5 6 のダウンカマ空間 5 8 に導入される。

【 0 0 9 6 】

このとき、蒸気と熱水の 2 相流は、ライザ 5 2 の湾曲部 5 4 に導入されることで、この湾曲部 5 4 における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成され、スワールベーン 5 5 によって旋回力を受けた後もこの液膜厚さが成長して上昇するが、ライザ 5 2 に対してオリフィス 6 1 が湾曲方向内側に偏心しており、液膜流がオリフィス 6 1 からオーバ

10

20

30

40

50

ーフローすることはない。即ち、ライザ52の内面に液膜が形成され、スワールペーン55の上方まで成長するものの、ライザ52における湾曲方向外側に形成される厚い液膜に対してデッキプレート60が位置しているため、この液膜流はオリフィス61からオーバーフローせずにデッキプレート60に案内されてダウンカマバレル56のダウンカマ空間58に導入されることとなる。

【0097】

このように実施例6の蒸気発生器にあっては、鉛直部53と湾曲部54とを有するライザ52の内部にスワールペーン55を固定し、ライザ52における鉛直部53の外側にダウンカマバレル56を設けることで環状のダウンカマ空間58を画成し、ライザ52及びダウンカマバレル56の上方に所定の空間をもってデッキプレート60を配設し、オリフィス61をライザ52に対して湾曲部54の湾曲方向内側に偏心して設けている。

10

【0098】

従って、ライザ52に導入された蒸気と熱水の2相流は、湾曲部54における湾曲方向外側の内面に接触してここに液膜が形成され、この液膜が成長しながら鉛直部53まで上昇するが、ライザ52に対してオリフィスがずれて形成され、湾曲方向外側に形成された厚い液膜はデッキプレート60に案内されてダウンカマバレル56のダウンカマ空間58に導入されることとなり、オリフィス61からの熱水のオーバーフローを防止することができる。

【0099】

なお、この実施例6では、オリフィス61をライザ52に対して湾曲部54の湾曲方向内側に偏心して設けたが、この構成を上述した実施例1～5に適用してもよい。

20

【0100】

また、上述した各実施例では、本発明の気水分離器を加圧水型原子炉の蒸気発生器内に設けられた気水分離器に適用して説明したが、この分野に限定されるものではなく、他の分野に用いられる気水分離器に適用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0101】

本発明に係る気水分離器は、気水上昇管内に形成される液膜の厚さを均一化すると共に液膜流のオーバーフローを防止することで気水分離性能の向上を図るものであり、いずれの種類気水分離器にも適用することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図1】本発明の実施例1に係る気水分離器の要部概略図である。

【図2】実施例1の気水分離器におけるライザの側面図である。

【図3】実施例1の気水分離器を有する蒸気発生器が適用された加圧水型原子炉を有する発電設備の概略構成図である。

【図4】実施例1の気水分離器を有する蒸気発生器を表す概略構成図である。

【図5】実施例1の気水分離器の概略図である。

【図6】本発明の実施例2に係る気水分離器の要部概略図である。

【図7】本発明の実施例3に係る気水分離器の要部概略図である。

40

【図8】本発明の実施例4に係る気水分離器の要部概略図である。

【図9】本発明の実施例5に係る気水分離器の要部概略図である。

【図10】本発明の実施例6に係る気水分離器の要部概略図である。

【図11】従来の気水分離器を表す概略図である。

【図12】従来の気水分離器を表す概略図である。

【符号の説明】

【0103】

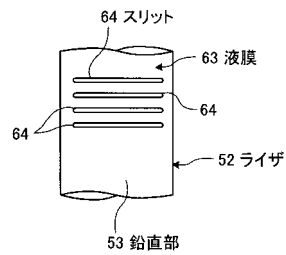
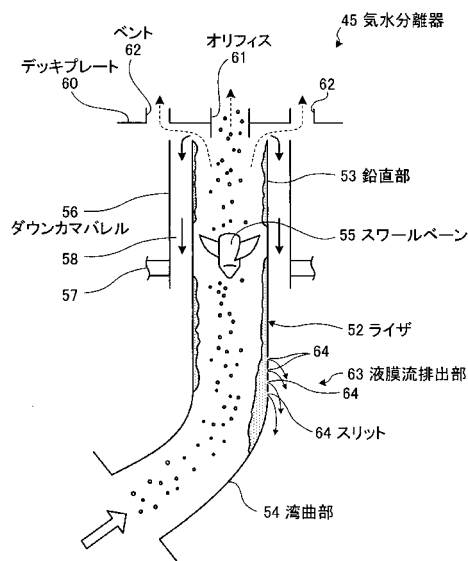
- 13 蒸気発生器
- 31 胴部
- 32 管群外筒

50

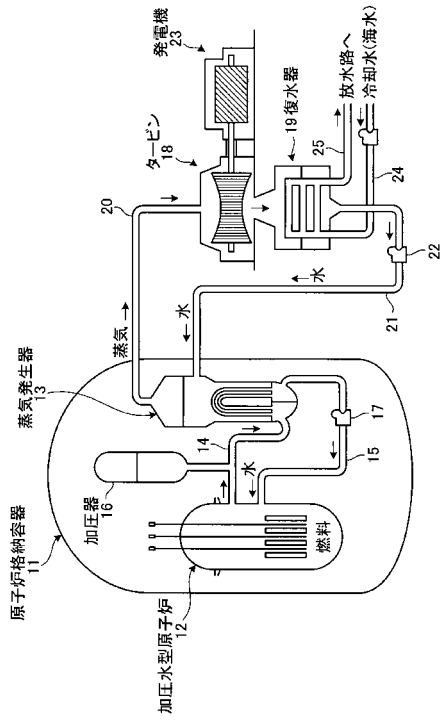
- 3 7 伝熱管
- 3 8 伝熱管群
- 4 5 気水分離器
- 4 6 湿分分離器
- 4 7 給水管
- 5 1 , 5 2 ライザ ( 気水上昇管 )
- 5 3 鉛直部
- 5 4 湾曲部
- 5 5 スワールベーン
- 5 6 ダウンカマバレル ( 降水胴 )
- 5 8 ダウンカマー空間
- 6 0 デッキプレート
- 6 1 オリフィス
- 6 2 ベント
- 6 3 , 8 1 , 1 0 1 , 1 0 2 液膜流排出部 ( 液膜調整手段 )
- 6 4 , 7 3 , 7 4 , 8 2 , 1 0 3 , 1 0 4 スリット
- 7 1 液膜流通路 ( 液膜調整手段 )
- 7 2 カバー
- 9 2 抵抗板 ( 液膜調整手段 )

【 図 1 】

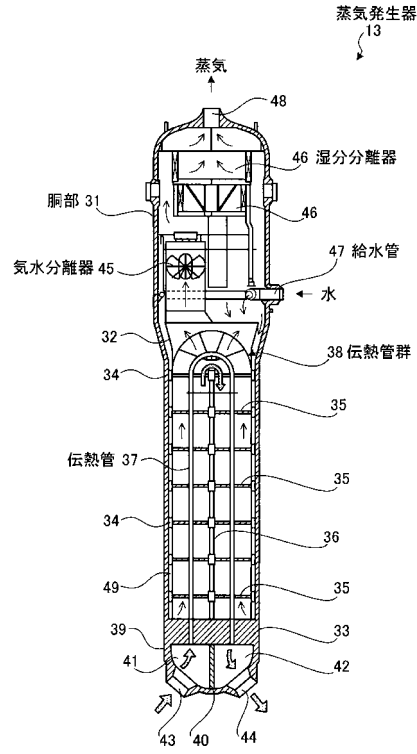
【 図 2 】



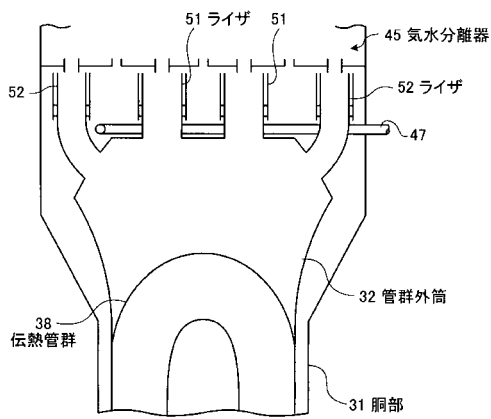
【図3】



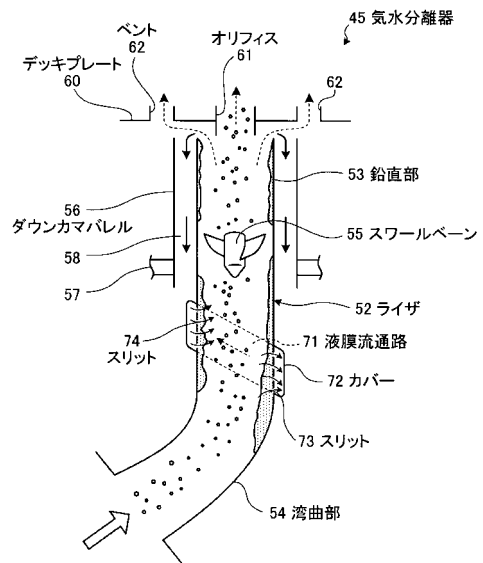
【図4】



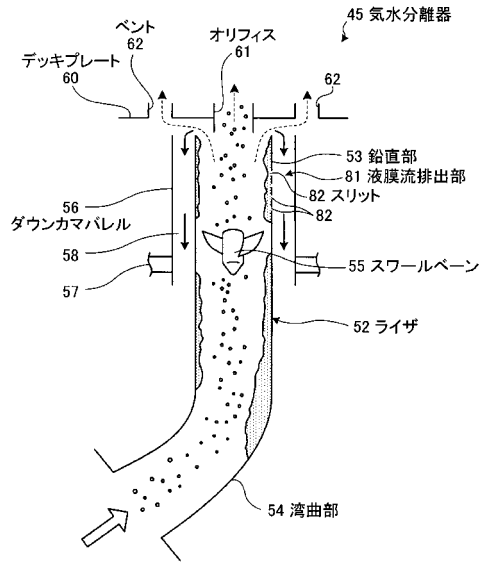
【図5】



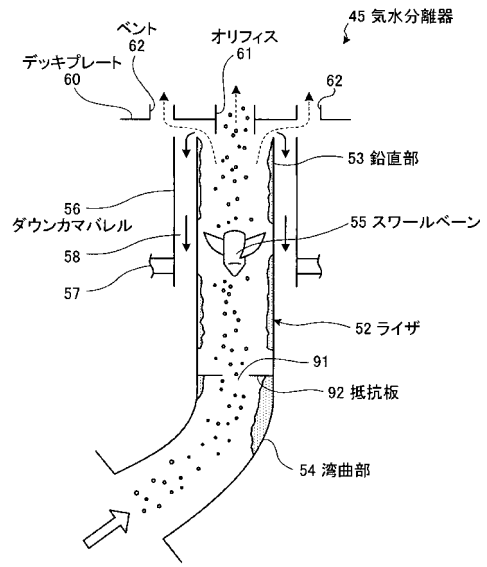
【図6】



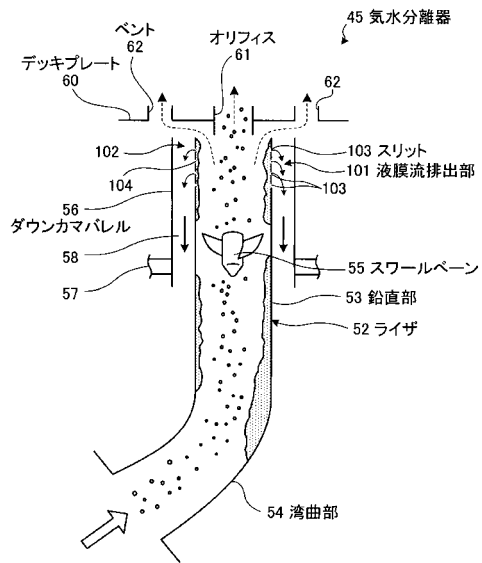
【図7】



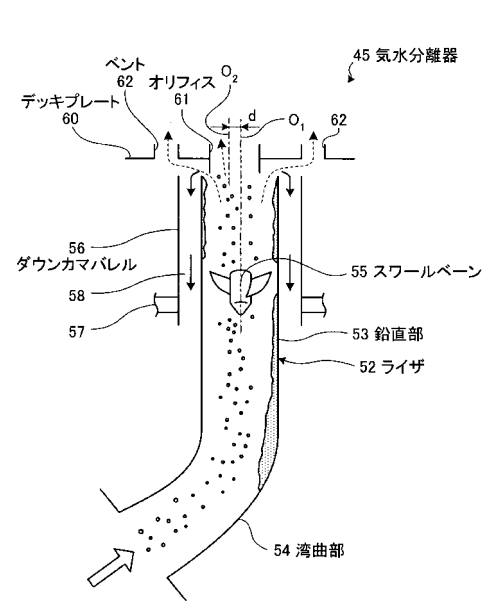
【図8】



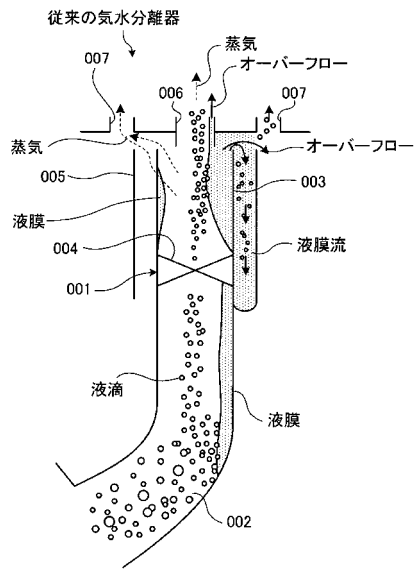
【図9】



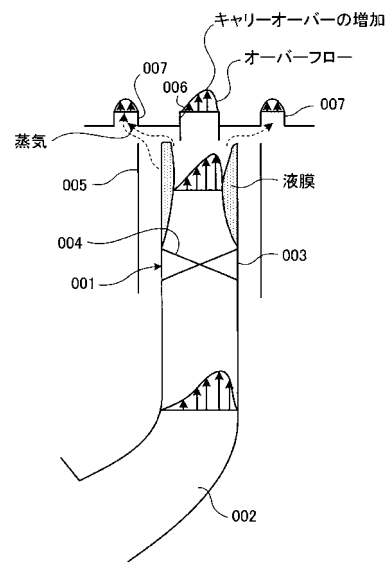
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 嶋村 健吾  
神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内
- (72)発明者 廣田 直亮  
神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内
- (72)発明者 桂 洋介  
神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内

審査官 中田 誠二郎

- (56)参考文献 特開平05-256989(JP,A)  
特開2001-079323(JP,A)  
特開2003-307584(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| G 2 1 D | 1 / 0 0   |
| F 2 2 B | 3 7 / 3 2 |