

(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2015-114203

(P2015-114203A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(51) Int.Cl.

G21D 3/04 (2006.01)
G21C 13/00 (2006.01)
G21F 9/02 (2006.01)

F 1

G21D 3/04
G21C 13/00
G21F 9/02

テーマコード (参考)

Q
F
551A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2013-256392 (P2013-256392)
平成25年12月11日 (2013.12.11)

(71) 出願人 000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目16番5号
(74) 代理人 100089118
弁理士 酒井 宏明
(74) 代理人 100118762
弁理士 高村 順
(72) 発明者 倉林 薫
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
工業株式会社内
(72) 発明者 鈴田 忠彦
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
工業株式会社内

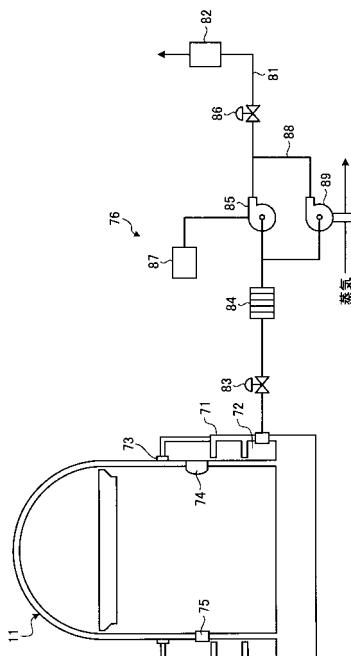
(54) 【発明の名称】アニュラス空気浄化装置及び原子力発電プラント

(57) 【要約】

【課題】アニュラス空気浄化装置及び原子力発電プラン
トにおいて、原子炉における安全性の向上を可能とする
。

【解決手段】原子炉格納容器11と外側に設置される外
部遮へい壁71との間にアニュラス72が設けられ、ア
ニュラス72内雰囲気の負圧維持及び浄化をするアニュ
ラス空気浄化装置76にて、端部がアニュラス72に連
結される大気放出ライン81と、大気放出ライン81に
設けられる電動式空気排出装置85と、大気放出ライン
81に設けられる空気浄化フィルタユニット84と、大
気放出ライン81に電動式空気排出装置85を迂回する
ように設けられる蒸気駆動式空気排出装置89とを設け
る。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

原子炉格納容器と外側に設置される壁部との間にアニュラスが設けられ、前記アニュラス内雰囲気の負圧維持及び浄化をするアニュラス空気浄化装置において、
端部が前記アニュラスに連結される大気放出ラインと、
前記大気放出ラインに設けられる電動式空気排出装置と、
前記大気放出ラインに設けられる空気浄化フィルタと、
前記大気放出ラインに前記電動式空気排出装置を迂回するように設けられる蒸気駆動式空気排出装置と、
を有することを特徴とするアニュラス空気浄化装置。

10

【請求項 2】

前記蒸気駆動式空気排出装置は、蒸気発生器によって二次冷却材を蒸発させた二次系水蒸気により駆動することを特徴とする請求項 1 に記載のアニュラス空気浄化装置。

【請求項 3】

前記蒸気駆動式空気排出装置は、ファンを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のアニュラス空気浄化装置。

【請求項 4】

前記蒸気駆動式空気排出装置は、エジェクタを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のアニュラス空気浄化装置。

20

【請求項 5】

前記アニュラスに冷却装置が設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のアニュラス空気浄化装置。

【請求項 6】

内部に原子炉及び蒸気発生器を格納する原子炉格納容器と、
前記原子炉格納容器と外側に設置される壁部との間に設けられるアニュラスと、
前記アニュラス内雰囲気の負圧維持及び浄化をする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のアニュラス空気浄化装置と、
前記蒸気発生器で生成した二次系蒸気を前記蒸気駆動式空気排出装置に供給可能な蒸気供給ラインと、
を有することを特徴とする原子力発電プラント。

30

【請求項 7】

前記全ての電源喪失時に蒸気供給ラインを開放可能な開閉弁が設けられることを特徴とする請求項 6 に記載の原子力発電プラント。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、原子炉格納容器の外側に設けられるアニュラス内の空気を浄化処理するアニュラス空気浄化装置及び全ての交流電源が喪失したときに、原子炉の安定を維持させるための機能を有する原子力発電プラントに関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

例えば、加圧水型原子炉（PWR : Pressurized Water Reactor）を有する原子力発電プラントは、軽水を原子炉冷却材及び中性子減速材として使用し、原子炉の炉心全体にわたって沸騰しない高温高圧水とし、この高温高圧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、蒸気発生器は、原子炉からの高温高圧の一次冷却材の熱を二次冷却材に伝え、二次冷却材で水蒸気を発生させるものである。

【0003】

このような原子力発電プラントにて、原子炉格納容器は、内部に加圧水型原子炉、蒸気発生器、加圧器、冷却水ポンプなどが収容されている。また、原子炉格納容器は、外側に

50

遮へい壁などの壁部が設けられ、原子炉格納容器と壁部との間にアニュラスが設けられている。このアニュラスは、原子炉格納容器と壁部の間の形成された空間であり、圧力境界である一次冷却系配管などが破損したり、弁が開いたままになって一次冷却材が流出し続け、通常の給水系では原子炉内の一次冷却材の量を維持できない事態、一次冷却材喪失事故（L O C A : Loss-of-coolant Accident）等が発生したときに、原子炉格納容器内の圧力上昇によって、原子炉格納容器の貫通部などから漏洩した放射性物質を含むガスの閉じ込めを可能とする。この放射性物質を含むアニュラス内の汚染された雰囲気を、アニュラス空気浄化装置は、アニュラス内の圧力を大気圧以下に維持することで外部への漏洩を抑制可能と共に、浄化処理可能としている。

【0004】

10

このような原子力発電プラントとしては、例えば、下記特許文献1に記載されたものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平04-104087号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した通り、原子力発電プラントにて、L O C A が発生したときに、アニュラス空気浄化装置を作動することで、アニュラス内の圧力を大気圧以下（負圧）に維持することで外部への漏洩を抑制すると共に、アニュラス内の雰囲気を浄化している。但し、アニュラス空気浄化装置は、交流電源設備により作動するものであるが、全ての交流電源設備が喪失した場合も想定した、更なる安全性の向上が期待されている。

20

【0007】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、原子炉における安全性の向上を可能とするアニュラス空気浄化装置及び原子力発電プラント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】

上記の目的を達成するための本発明のアニュラス空気浄化装置は、原子炉格納容器と外側に設置される壁部との間にアニュラスが設けられ、前記アニュラス内雰囲気の負圧維持及び浄化をするアニュラス空気浄化装置において、端部が前記アニュラスに連結される大気放出ラインと、前記大気放出ラインに設けられる電動式空気排出装置と、前記大気放出ラインに設けられる空気浄化フィルタと、前記大気放出ラインに前記電動式空気排出装置を迂回するように設けられる蒸気駆動式空気排出装置と、を有することを特徴とするものである。

30

【0009】

従って、アニュラスに連結される大気放出ラインに電動式空気排出装置と空気浄化フィルタを設けると共に、電動式空気排出装置を迂回する蒸気駆動式空気排出装置を設けることで、例えば、全ての電源喪失時に、電動式空気排出装置に代えて蒸気駆動式空気排出装置が作動するため、アニュラス内の雰囲気を空気浄化フィルタにより浄化してから排出することができ、原子炉における安全性を向上することができる。

40

【0010】

本発明のアニュラス空気浄化装置では、前記蒸気駆動式空気排出装置は、蒸気発生器によって二次冷却材を蒸発させた二次系水蒸気により駆動することを特徴としている。

【0011】

従って、蒸気駆動式空気排出装置を駆動するための蒸気として原子炉の二次系蒸気を使用するため、身近にある安全な蒸気を使用して蒸気駆動式空気排出装置を駆動することになり、アニュラス空気浄化装置を作動することができる。

【0012】

50

本発明のアニュラス空気浄化装置では、前記蒸気駆動式空気排出装置は、ファンを有することを特徴としている。

【0013】

従って、蒸気駆動式空気排出装置をファンとしていることで、アニュラス内の雰囲気を空気浄化フィルタにより浄化してから排出することができると共に、アニュラス内を負圧に維持することでアニュラス内の雰囲の外部漏洩を抑制することができる。

【0014】

本発明のアニュラス空気浄化装置では、前記蒸気駆動式空気排出装置は、エジェクタを有することを特徴としている。

【0015】

従って、蒸気駆動式空気排出装置をエジェクタとしていることで、雰囲気を空気浄化フィルタにより浄化してから排出することができると共に、アニュラス内を負圧に維持することでアニュラス内の雰囲の外部漏洩を抑制することができる。

【0016】

本発明のアニュラス空気浄化装置では、前記アニュラスに冷却装置が設けられることを特徴としている。

【0017】

従って、例えば、全ての電源喪失時に、アニュラス内の雰囲気を冷却装置により冷却することで、このアニュラス内雰囲気の水蒸気が凝縮するため、アニュラス内を負圧に維持することができるので、アニュラス内雰囲気の外部漏洩を抑制することができる。

【0018】

また、本発明の原子力発電プラントは、内部に原子炉及び蒸気発生器を格納する原子炉格納容器と、前記原子炉格納容器と外側に設置される壁部との間に設けられるアニュラスと、前記アニュラス内雰囲気の負圧維持及び浄化をする前記アニュラス空気浄化装置と、前記蒸気発生器で生成した二次系蒸気を前記蒸気駆動式空気排出装置に供給可能な蒸気供給ラインと、を有することを特徴とするものである。

【0019】

従って、蒸気供給ラインにより蒸気発生器で生成した二次系蒸気を蒸気駆動式空気排出装置に供給可能であることから、例えば、全ての電源喪失時に、電動式空気排出装置に代えて蒸気駆動式空気排出装置を作動することができ、アニュラス内の雰囲気を空気浄化フィルタにより浄化してから排出することができ、原子炉における安全性を向上することができる。

【0020】

本発明の原子力発電プラントでは、前記全ての電源喪失時に蒸気供給ラインを開放可能な開閉弁が設けられることを特徴としている。

【0021】

従って、全ての電源喪失時に、開閉弁により蒸気供給ラインを開放することで、適正に二次系蒸気を蒸気駆動式空気排出装置に供給することができ、必要時に適正に蒸気駆動式空気排出装置を作動することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明のアニュラス空気浄化装置及び原子力発電プラントによれば、大気放出ラインに電動式空気排出装置を迂回するように蒸気駆動式空気排出装置を設けるので、例えば、全ての電源喪失時に、電動式空気排出装置に代えて蒸気駆動式空気排出装置を作動することができ、アニュラス内の雰囲気を空気浄化フィルタにより浄化してから排出することができ、原子炉における安全性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、第1実施形態の原子力発電プラントにおけるアニュラス空気浄化装置を表す概略図である。

10

20

30

40

50

【図2】図2は、第1実施形態の原子力発電プラントを表す概略構成図である。

【図3】図3は、第2実施形態の原子力発電プラントにおけるアニュラス空気浄化装置を表す概略図である。

【図4】図4は、非常用空気排出装置を表す概略図である。

【図5】図5は、第3実施形態の原子力発電プラントにおけるアニュラス空気浄化装置を表す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下に添付図面を参照して、本発明のアニュラス空気浄化装置及び原子力発電プラントの好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせて構成するものも含むものである。

10

【0025】

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態の原子力発電プラントにおけるアニュラス空気浄化装置を表す概略図、図2は、第1実施形態の原子力発電プラントを表す概略構成図である。

【0026】

第1実施形態の原子炉は、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圧水とし、この高温高圧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。

20

【0027】

第1実施形態の加圧水型原子炉を有する原子力発電プラントにおいて、図2に示すように、原子炉格納容器11は、内部に加圧水型原子炉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とは配管14, 15を介して連結されており、配管14に加圧器16が設けられ、配管15に一次冷却水ポンプ17が設けられている。この場合、減速材及び一次冷却水（冷却材）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により高圧状態を維持するように制御している。従って、加圧水型原子炉12にて、燃料（原子燃料）により一次冷却水として軽水が加熱され、高温の一次冷却水が加圧器16により所定の高圧に維持した状態で配管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、高温高圧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配管15を通して加圧水型原子炉12に戻される。

30

【0028】

蒸気発生器13は、配管18を介して蒸気タービン19と連結されており、この配管18に主蒸気隔離弁20が設けられている。蒸気タービン19は、高圧タービン21と低圧タービン22を有すると共に、発電機（発電装置）23が接続されている。また、高圧タービン21と低圧タービン22との間には、湿分分離加熱器24が設けられており、配管18から分岐した冷却水分岐配管25が湿分分離加熱器24に連結される一方、高圧タービン21と湿分分離加熱器24は低温再熱管26により連結され、湿分分離加熱器24と低圧タービン22は高温再熱管27により連結されている。

40

【0029】

更に、蒸気タービン19の低圧タービン22は、復水器28を有しており、この復水器28は、配管18からバイパス弁29を有するタービンバイパス配管30が接続されると共に、冷却水（例えば、海水）を給排する取水管31及び排水管32が連結されている。この取水管31は、循環水ポンプ33を有し、排水管32と共に他端部が熱溜まり（例えば、海）に配置されている。

【0030】

そして、この復水器28は、配管34が接続されており、復水ポンプ35、グランドコンデンサ36、復水脱塩装置37、復水泵スタポンプ38、低圧給水加熱器39が接続

50

されている。また、配管 34 は、脱気器 40 が連結されると共に、主給水ポンプ 41、高圧給水加熱器 42、主給水制御弁 43 などが設けられている。

【0031】

また、配管 18 は、主蒸気逃がし弁 44 を有する主蒸気逃がし配管 45 の一端部と、主蒸気安全弁 46 を有する主蒸気安全配管 47 の一端部が接続されており、各配管 45, 47 の他端部は大気に開放している。一方、配管 34 は、主給水制御弁 43 と蒸気発生器 13 との間に補助給水配管 48 の一端部が接続されており、この補助給水配管 48 は、補助給水ポンプ 49 が設けられると共に、他端部に復水タンク 50 が接続されている。この補助給水ポンプ 49 は、蒸気によりタービンが回転することで駆動するものであり、配管 18 における主蒸気安全配管 47 と主蒸気隔離弁 20 との間から分岐した駆動蒸気管 51 が補助給水ポンプ 49 まで延設されており、この駆動蒸気管 51 に開閉弁 51a が設けられている。なお、蒸気により駆動する補助給水ポンプ 49 の他に、電動ポンプを適用してもよい。

10

【0032】

従って、蒸気発生器 13 にて、高温高圧の一次冷却水と熱交換を行って生成された蒸気は、配管 18 を通して蒸気タービン 19（高圧タービン 21 から低圧タービン 22）に送られ、この蒸気により蒸気タービン 19 を駆動して発電機 23 により発電を行う。このとき、蒸気発生器 13 からの蒸気は、高圧タービン 21 を駆動した後、湿分分離加熱器 24 で蒸気に含まれる湿分が除去されると共に加熱されてから低圧タービン 22 を駆動する。そして、蒸気タービン 19 を駆動した蒸気は、復水器 28 で海水を用いて冷却されて復水となり、復水ポンプ 35、グランドコンデンサ 36、復水脱塩装置 37、復水ブースタポンプ 38、低圧給水加熱器 39、脱気器 40、主給水ポンプ 41、高圧給水加熱器 42 などを通して蒸気発生器 13 に戻される。

20

【0033】

この各種ポンプ 17, 33, 35, 38, 41 などは、常用電源装置（プラント内交流電源、外部電源、いずれも図示略）からの給電により駆動するものであることから、この電源装置の機能が喪失したときには、これらを駆動して冷却水を循環することができず、加圧水型原子炉 12 や蒸気発生器 13 を冷却することが困難となる。

【0034】

そのため、常用電源装置が喪失したときには、非常用ディーゼル発電機を起動して、電動補助給水ポンプを駆動し、復水タンク 50 の復水を補助給水配管 48 から配管 34 を通して蒸気発生器 13 に供給し、主蒸気逃がし弁 44 の開放などで、蒸気発生器 13 の蒸気（二次冷却水）を配管 18 から主蒸気逃がし配管 45 や主蒸気安全配管 47 を通して大気に開放し、蒸気発生器 13 内の圧力を低下させて冷却している。また、非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合には、非常用バッテリによって開閉弁 51a が開放し、配管 18 内の蒸気を駆動蒸気管 51 から補助給水ポンプ 49 に供給することで、蒸気によりこの補助給水ポンプ 49 を駆動し、復水タンク 50 の復水を補助給水配管 48 から配管 34 を通して蒸気発生器 13 に供給し、この蒸気発生器 13 を冷却している。そして、この間に電源装置の復旧を行っている。

30

【0035】

また、図 1 及び図 2 に示すように、原子炉格納容器 11 は、外側に壁部としての外部遮へい壁（または、原子炉建屋の壁）71 が構築されることでアニュラス 72 が設けられている。このアニュラス 72 は、原子炉格納容器 11 と外部遮へい壁 71 の間の形成された空間であり、アニュラスシール 73 により密閉空間となっている。アニュラス 72 は、原子炉格納容器 11 に形成された出入口部 74 やエアロック 75 または各種配管（図示略）などの貫通部から漏洩した空気を浄化するものであり、アニュラス空気浄化装置 76 が接続されている。なお、アニュラス空気浄化装置（アニュラス空気浄化ライン）76 は、高い安全性を確保する目的から複数設けられているが、ここでは省略している。

40

【0036】

アニュラス空気浄化装置 76 において、大気放出ライン 81 は、一端部がアニュラス 7

50

2に連結され、他端部が排気塔82を介して大気に開放している。この大気放出ライン81は、アニュラス72と排気塔82との間に、アニュラス72側から排気弁83、空気浄化フィルタユニット84、電動式空気排出ファン（電動式空気排出装置）85、放出弁86が設けられている。

【0037】

排気弁83及び放出弁86は、遠隔操作可能なフェイルオーブン式の空気作動弁であって、放出弁86は、並列に配置される図示しない全量放出弁と少量放出弁とから構成されている。空気浄化フィルタユニット84は、粒子用フィルタ、ヨウ素用フィルタなどが直列に積層されて構成されている。電動式空気排出ファン85は、電源装置（プラント内交流電源、外部電源、非常用ディーゼル発電機、いずれも図示略）87が接続されている。

10

【0038】

また、アニュラス空気浄化装置76は、大気放出ライン81に電動式空気排出ファン85を迂回するように迂回ライン88が設けられており、この迂回ライン88に蒸気駆動式空気排出装置89が設けられている。この蒸気駆動式空気排出装置89は、ファン（図示略）を有しており、原子力発電プラントの二次系蒸気により駆動することができる。即ち、一端部が配管18に接続された蒸気分岐配管90は、蒸気駆動式空気排出装置89まで延出され、蒸気分岐配管90に開閉弁90aが設けられている。

【0039】

このアニュラス空気浄化装置76は、冷却材喪失事故（LOCA）等が発生したとき、非常用炉心冷却設備の作動信号により電動式空気排出ファン85が自動起動し、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化し、浄化後の空気を排気塔82から大気へ放出するものであり、アニュラス72は、事故発生後から予め設定された所定時間内に内部の負圧が達成される。

20

【0040】

ところが、電動式空気排出ファン85は、電源装置87からの給電により駆動するものであることから、電源装置87が喪失したときには、この電動式空気排出ファン85を駆動してアニュラス72内の雰囲気を排出浄化して内部を負圧にすることができず、原子炉格納容器11からアニュラス72内へ漏洩した放射性物質を閉じ込めることができない。

【0041】

そのため、電源装置87が喪失したとき、非常用バッテリまたは他の手段（例えば、手動操作）によって開閉弁90aを開放し、配管18内の蒸気を蒸気分岐配管90により蒸気駆動式空気排出装置89に供給することで、蒸気によりこの蒸気駆動式空気排出装置89を駆動し、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化し、浄化後の空気を排気塔82から大気へ放出し、アニュラス72内の負圧を達成するようしている。そして、この間に電源装置87の復旧を行っている。

30

【0042】

ここで、第1実施形態の原子力発電プラントにおける作用について説明する。

【0043】

第1実施形態の原子力発電プラントにおいて、図2に示すように、冷却材喪失事故（LOCA）等が発生し、更に、全ての電源装置87が喪失したとき、非常用バッテリまたは他の手段（例えば、手動操作）によって開閉弁90aを開放し、配管18内の蒸気を冷却水分岐配管51から冷却水分岐配管90により蒸気駆動式空気排出装置89に供給することで、蒸気によりこの蒸気駆動式空気排出装置89を駆動する。このとき、図1に示すように、例えば、代替空気源（例えば、ボンベ）によって排気弁83及び放出弁86の開放により、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化し、浄化後の空気を排気塔82から大気へ放出する。そのため、原子炉格納容器11内に漏れた一次冷却材中の放射性物質を含むガスがアニュラス72内に漏洩したとしても、アニュラス72の内部の負圧が達成されることから、漏洩した放射性物質を閉じ込めることができる。そして、この間に電源装置87の復旧を行うことができる。

40

50

【0044】

このように第1実施形態のアニュラス空気浄化装置にあっては、原子炉格納容器11と外側に設置される外部遮へい壁71との間にアニュラス72が設けられ、アニュラス72内の雰囲気の負圧維持及び浄化をするアニュラス空気浄化装置76にて、端部がアニュラス72に連結される大気放出ライン81と、大気放出ライン81に設けられる電動式空気排出ファン85と、大気放出ライン81に設けられる空気浄化フィルタユニット84と、大気放出ライン81に電動式空気排出ファン85を迂回するように設けられる蒸気駆動式空気排出装置89とを設けている。

【0045】

従って、通常は、電動式空気排出ファン85が作動し、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出する一方、電源装置87が喪失したとき、電動式空気排出ファン85に代えて蒸気駆動式空気排出装置89が作動し、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出する。そのため、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出することができると共に、内部を負圧に維持して漏洩した放射性物質を閉じ込めることができる。その結果、アニュラス72の原子炉における安全性を向上することができる。

10

【0046】

第1実施形態のアニュラス空気浄化装置では、蒸気駆動式空気排出装置89を原子力発電プラント内の二次系蒸気により駆動するようにしている。従って、プラント内の身近にある安全な蒸気を使用して蒸気駆動式空気排出装置89を駆動することとなり、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出することができると共に、アニュラス72内を負圧に維持することでアニュラス72内の雰囲の外部漏洩を抑制することができる。

20

【0047】

第1実施形態のアニュラス空気浄化装置では、蒸気駆動式空気排出装置89としてファンを使用している。従って、アニュラス72内雰囲気を空気浄化フィルタ84により浄化してから排出することができると共に、アニュラス72内を負圧に維持することでアニュラス72内の雰囲の外部漏洩を抑制することができる。

【0048】

また、第1実施形態の原子力発電プラントにあっては、内部に加圧水型原子炉12及び蒸気発生器13を格納する原子炉格納容器11と、原子炉格納容器11と外側に設置される外部遮へい壁71との間に設けられるアニュラス72と、アニュラス72内の雰囲気を浄化するアニュラス空気浄化装置76と、蒸気発生器13で生成した二次系蒸気を蒸気駆動式空気排出装置89に供給可能な蒸気分岐配管90とを設けている。

30

【0049】

従って、電源装置87の喪失時に、蒸気分岐配管90により蒸気駆動式空気排出装置89に二次系蒸気を供給することで、電動式空気排出ファン85に代えて蒸気駆動式空気排出装置89を作動することができ、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出することができる。そのため、アニュラス72内の雰囲気を浄化することができると共に、内部を負圧に維持して漏洩した汚染空気を封じ込めることができる。その結果、アニュラス72の原子炉における安全性を向上することができる。

40

【0050】

第1実施形態の原子力発電プラントにあっては、蒸気分岐配管90に開放可能な開閉弁90aを設けている。従って、電源装置87の喪失時に、開閉弁90aにより蒸気分岐配管90を開放することで、適正に二次系蒸気を蒸気駆動式空気排出装置89に供給することができ、必要時に適正に蒸気駆動式空気排出装置89を作動することができる。

【0051】

[第2実施形態]

図3は、第2実施形態の原子力発電プラントにおけるアニュラス空気浄化装置を表す概

50

略図、図4は、非常用空気排出装置を表す概略図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0052】

第2実施形態において、図3及び図4に示すように、原子炉格納容器11は、外部遮へい壁71との間にアニュラス72が設けられており、このアニュラス72は、アニュラス空気浄化装置76が接続されている。アニュラス空気浄化装置76において、大気放出ライン81は、一端部がアニュラス72に連結され、他端部が排気塔82を介して大気に開放している。この大気放出ライン81は、アニュラス72と排気塔82との間に、アニュラス72側から排気弁83、空気浄化フィルタユニット84、電動式空気排出ファン85、放出弁86が設けられている。

10

【0053】

また、アニュラス空気浄化装置76は、大気放出ライン81に電動式空気排出ファン85を迂回するように迂回ライン88が設けられており、この迂回ライン88に蒸気駆動式空気排出装置101が設けられている。この蒸気駆動式空気排出装置101は、エジェクタ102を有しており、原子力発電プラントの二次系蒸気により駆動することができる。即ち、蒸気分岐配管90(図2参照)は、蒸気駆動式空気排出装置101まで延出されている。即ち、エジェクタ102は、迂回ライン88を構成する配管内に大気放出ライン81における放出側を向いて配置されている。このエジェクタ102は、基端部側に配管103の一端部が連結され、配管103の他端部が迂回ライン88の外部に出て蒸気分岐配管90が連結されている。なお、エジェクタ102における前方に整流器を設けるとよい。

20

【0054】

そのため、電源装置87が喪失したとき、蒸気を蒸気分岐配管90により蒸気駆動式空気排出装置101に供給することで、蒸気によりこの蒸気駆動式空気排出装置101を駆動することができる。即ち、蒸気駆動式空気排出装置101は、蒸気が供給されると、エジェクタ102が迂回ライン88の配管内に、大気放出ライン81における放出側に向けて蒸気を噴射する。すると、この蒸気は、迂回ライン88の配管内のガスを大気放出ライン81における放出側に向けて移動することとなり、アニュラス72内の雰囲気が吸引される。そのため、アニュラス72内の雰囲気は、大気放出ライン81及び迂回ライン88を大気放出側に流れることとなり、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化し、浄化後の空気を排気塔82から大気へ放出することができる。そして、アニュラス72内の負圧を確保することで、原子炉格納容器11内に漏れた一次冷却材中の放射性物質を含むガスがアニュラス72内に漏洩したとしても、このアニュラス72内に閉じ込めることができる。

30

【0055】

このように第2実施形態のアニュラス空気浄化装置にあっては、大気放出ライン81に電動式空気排出ファン85を迂回するように蒸気駆動式空気排出装置101を設け、この蒸気駆動式空気排出装置101としてエジェクタ102を設けている。

【0056】

従って、電源装置87が喪失したとき、電動式空気排出ファン85に代えて蒸気駆動式空気排出装置101が作動し、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出する。そのため、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出することができると共に、内部を負圧に維持して漏洩した放射性物質を閉じ込めることができる。

40

【0057】

[第3実施形態]

図5は、第3実施形態の原子力発電プラントにおけるアニュラス空気浄化装置を表す概略図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0058】

50

第3実施形態において、図5に示すように、原子炉格納容器11は、外部遮へい壁71との間にアニュラス72が設けられており、このアニュラス72は、アニュラス空気浄化装置76が接続されている。アニュラス空気浄化装置76において、大気放出ライン81は、一端部がアニュラス72に連結され、他端部が排気塔82を介して大気に開放している。この大気放出ライン81は、アニュラス72と排気塔82との間に、アニュラス72側から排気弁83、空気浄化フィルタユニット84、電動式空気排出ファン85、放出弁86が設けられている。アニュラス空気浄化装置76は、大気放出ライン81に電動式空気排出ファン85を迂回するように迂回ライン88が設けられており、この迂回ライン88に蒸気駆動式空気排出装置89が設けられている。

【0059】

更に、アニュラス空気浄化装置76は、アニュラス72に冷却装置としての複数のヒートパイプ111が設けられている。このヒートパイプ111は、外部遮へい壁71における上部壁71aに鉛直方向に沿って固定され、下部がアニュラス72内に位置し、上部が外部に露出している。このヒートパイプ111は、図示しないが、密閉容器内に少量の作動液を真空封入し、内壁に毛細管構造としてのウィックを設けたものである。そのため、ヒートパイプ111は、アニュラス72内に位置する加熱部（下部）が加熱されると、加熱部で作動液が蒸発（蒸発潜熱の吸収）し、発生した蒸気が上昇して低温部、つまり、アニュラス72の外部に位置する上部に移動する。すると、この蒸気が低温部（上部）で凝縮（蒸発潜熱の放出）し、凝縮した作動液が毛細管現象で加熱部（下部）に環流する。その結果、この一連の相変化が連続的に生じることで、アニュラス72内の空気が有する熱を早期に外部へ移動して放熱し、アニュラス72内の雰囲気を冷却することができる。

【0060】

そのため、電源装置87が喪失したとき、蒸気を蒸気分岐配管90により蒸気駆動式空気排出装置89に供給することで、蒸気によりこの蒸気駆動式空気排出装置89を駆動することができる。すると、アニュラス72内の雰囲気は、大気放出ライン81及び迂回ライン88を大気放出側に流れることとなり、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化し、浄化後の空気を排気塔82から大気へ放出することができる。そして、アニュラス72内の負圧を確保することで、原子炉格納容器11内に漏れた一次一次冷却材中の放射性物質を含むガスがアニュラス72内に漏洩したとしても、このアニュラス72内に閉じ込めることができる。

【0061】

また、このとき、原子炉格納容器11内に漏れた一次冷却材中の放射性物質を含むガス（空気と蒸気の混合気体）がアニュラス72内に漏洩する可能性があるが、このガスを含むアニュラス72内の雰囲気中の蒸気がヒートパイプ111により冷却されることで凝縮し、体積が減少するため、アニュラス72内の負圧が維持され、放射性物質の外部漏洩が抑制される。

【0062】

このように第3実施形態のアニュラス空気浄化装置にあっては、大気放出ライン81に電動式空気排出ファン85を迂回するように蒸気駆動式空気排出装置89を設けと共に、アニュラス72に冷却装置としての複数のヒートパイプ111を設けている。

【0063】

従って、電源装置87が喪失したとき、電動式空気排出ファン85に代えて蒸気駆動式空気排出装置89が作動し、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出する。そのため、アニュラス72内の雰囲気を空気浄化フィルタユニット84により浄化してから排出することができると共に、内部を負圧に維持して漏洩した放射性物質を閉じ込めることができる。また、このとき、原子炉格納容器11内に漏れた一次冷却材中の放射性物質を含むガス（空気と蒸気の混合気体）がアニュラス72内に漏洩しても、アニュラス72内雰囲気中の蒸気は、ヒートパイプ111により冷却されことで凝縮して体積が減少するため、アニュラス72内の負圧の維持に貢献し、アニュラス72内の放射性物質の外部漏洩を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【0064】

なお、上述した実施形態では、原子炉格納容器11の外側に遮へい壁71を設け、原子炉格納容器11と遮へい壁71との間にアニュラス72を設けたが、この構成に限定されるものではない。例えば、原子炉格納容器11に隣接して建屋を設け、原子炉格納容器11とこの建屋との間にアニュラスを設けてもよい。

【0065】

また、上述した実施形態では、蒸気分岐配管90を設けることで、蒸気発生器13で生成した二次系蒸気を蒸気駆動式空気排出装置89に供給可能としたが、蒸気駆動式空気排出装置89を駆動するための蒸気は、蒸気発生器13で生成した二次系蒸気に限定されるものではなく、プラント内で各種機器を駆動するための蒸気や空気などであってもよい。

10

【符号の説明】

【0066】

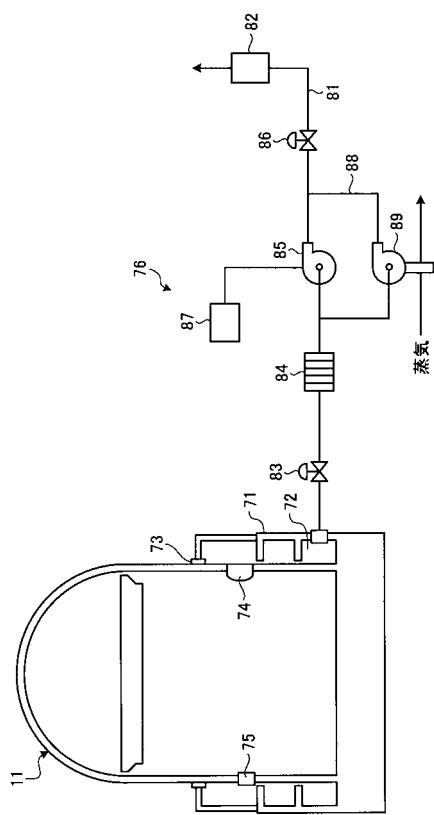
- 1 1 原子炉格納容器
- 1 2 加圧水型原子炉
- 1 3 蒸気発生器
- 1 8 , 3 4 配管
- 1 9 蒸気タービン
- 2 3 発電機
- 2 8 復水器
- 4 4 主蒸気逃がし弁
- 4 6 主蒸気安全弁
- 4 8 補助給水配管
- 4 9 補助給水泵
- 5 1 , 9 0 冷却水分岐配管
- 5 1 a 開閉弁
- 7 1 外部遮へい壁(壁部)
- 7 2 アニュラス
- 7 3 アニュラスシール
- 7 6 アニュラス空気浄化装置
- 8 1 大気放出ライン
- 8 2 排気塔
- 8 3 排気弁
- 8 4 空気浄化フィルタユニット
- 8 5 電動式空気排出ファン(電動式空気排出装置)
- 8 6 放出弁
- 8 7 電源装置
- 8 8迂回ライン
- 8 9 蒸気駆動式空気排出ファン(蒸気駆動式空気排出装置)
- 9 0 蒸気分岐配管
- 1 0 1 蒸気駆動式空気排出装置
- 1 0 2 エジェクタ
- 1 1 1 ヒートパイプ(冷却装置)

20

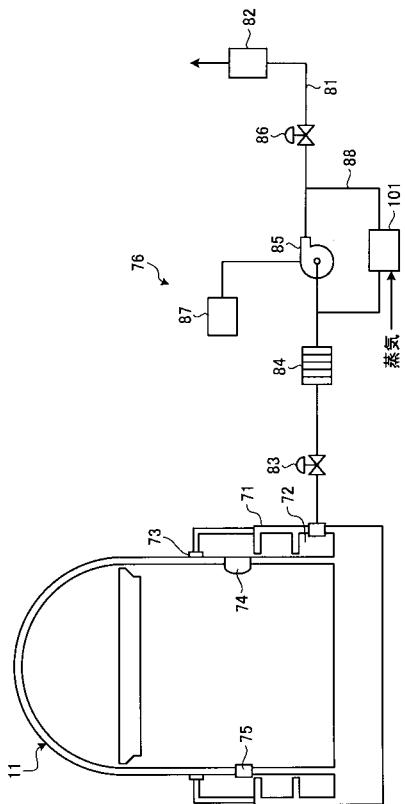
30

40

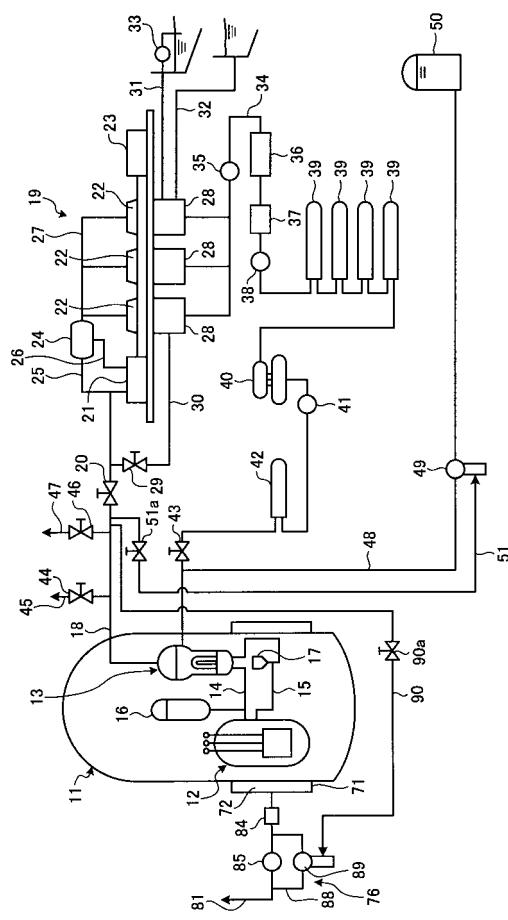
【図1】



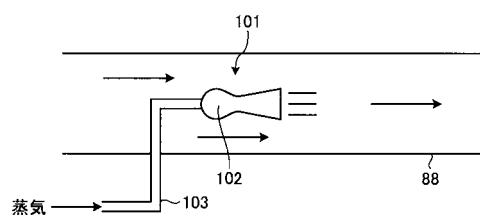
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



【図5】

