



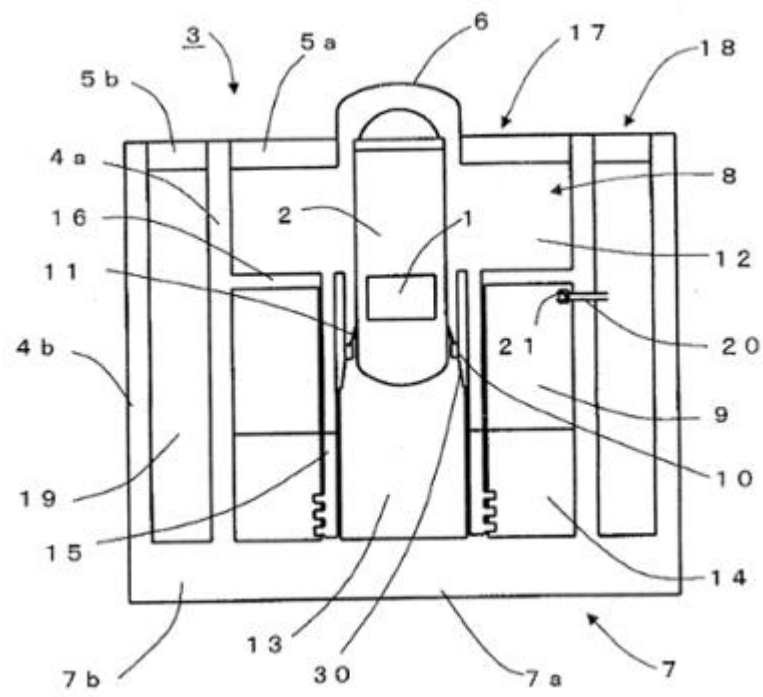
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)⁷ G21C 9/00; G21C 13/00 (13) B



(21) 1-2013-01920 (22) 14/09/2011
(86) PCT/JP2011/005182 14/09/2011 (87) WO2012/073411A1 07/06/2012
(30) 2010-264968 29/11/2010 JP
(45) 27/07/2020 388 (43) 25/10/2013 307A
(73) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)
1-1, Shibaura 1-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan
(72) SATO, Takashi (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THÙNG LÒ VÀ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

(57) Sáng chế đề cập đến thùng lò và nhà máy điện hạt nhân. Thùng lò (3) có vỏ trong (17) bao bọc thùng lò áp lực (2), và cũng có vỏ ngoài (18) tạo thành giếng ngoài (19) là không gian kín khí bao bọc bên ngoài theo chiều ngang của vỏ trong (17). Vỏ trong (17) có thành bên hình trụ thứ nhất (4a) bao quanh bên theo chiều ngang của thùng lò áp lực (2), đầu thùng lò (6) che phủ phần trên của thùng lò áp lực (2), và tấm trên thứ nhất (5a) nối theo kiểu kín khí bên của đầu thùng lò (6) và đầu trên của thành bên hình trụ thứ nhất (4a). Vỏ ngoài (18) có thành bên hình trụ thứ hai (4b) bao quanh bên ngoài của thành bên hình trụ thứ nhất (4a), và cũng có tấm trên thứ hai (5b) nối theo kiểu kín khí vùng lân cận của đầu trên của thành bên hình trụ thứ hai (4b) và thành bên hình trụ thứ nhất (4a). Khi xảy ra sự cố của lò phản ứng hạt nhân, có thể ngăn được việc các hạt nguyên liệu phóng xạ thoát ra vào môi trường và áp suất trong thùng lò có thể được giới hạn ở áp suất thiết kế hoặc thấp hơn, mà không phụ thuộc vào nguồn điện bên ngoài.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thùng lò và nhà máy điện hạt nhân có thùng lò này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một ví dụ đại diện của lò phản ứng nước sôi (BWR - boiling water reactor) thông thường đã được sử dụng trong thực tế là lò phản ứng nước sôi cải tiến (ABWR - advanced BWR). Dưới đây, tổng quan về các kết cấu của thùng lò và tương tự của ABWR sẽ được mô tả có dựa vào Fig.6 (xem tài liệu sáng chế 1, v.v.).

Trên Fig.6, lõi 1 được chứa bên trong thùng lò áp lực (RPV - reactor pressure vessel) 2. Thùng lò (CV - containment vessel) 3 bao gồm thành bên hình trụ (thành bên hình ống) 4, tấm trên 5 đóng kín phần trên của thành bên hình trụ 4, đầu thùng lò 6 được bố trí ở phần giữa của tấm trên 5, và đệm nền 7 đỡ các bộ phận trên đây và đóng kín phần dưới của thành bên hình trụ 4. Các bộ phận trên đây được thiết kế để chịu được sự tăng áp suất khi xảy ra sự cố cơ bản theo thiết kế và tạo thành biên áp suất. Không gian bên trong của thùng lò 3 được ngăn thành giếng khô (DW - dry well) 8 chứa thùng lò áp lực 2 và khoang nén (giếng ướt) (WW - wet well) 9.

Thùng lò áp lực 2 được đỡ bởi giá đỡ thùng lò 10 qua gờ bao thùng lò 11. Một phần không gian bên trong giếng khô 8 ở trên gờ bao thùng lò 11 được gọi là giếng khô trên 12, và một phần không gian bên trong giếng khô 8 ở dưới gờ bao thùng lò 11 được gọi là giếng khô dưới 13. Khoang nén 9 được lắp bao tròn quanh giếng khô dưới 13, và bên trong có bể nén (SP - suppression pool) 14. Giếng khô 8 và bể nén 14 được nối với nhau bằng các ống thông 15.

Giếng khô 8 và giếng ướt 9 có kết cấu liên khối dạng hình trụ để tạo thành thùng lò 3. Sàn nằm ngang phân tách giếng khô 8 và giếng ướt 9 khỏi nhau được gọi là sàn ngăn 16. Thùng lò 3 có áp suất thiết kế là $3,16 \text{ kg/cm}^2$ theo áp suất áp kế. Thành bên hình trụ 4 và tấm trên 5 được làm bằng bê tông cốt thép với độ dày lần lượt là khoảng 2m và khoảng 2,4m. Tầng bề mặt trong của thành bên hình trụ 4 và tấm trên 5 được lót bằng lớp lót thép (không được minh họa) để ngăn sự rò rỉ của các nguyên liệu phóng xạ. Đệm nền 7 được làm bằng bê tông cốt thép với độ dày khoảng 5m.

Trên Fig.6, đường mép của thành bên hình trụ 4 thể hiện phần nối giữa thành bên hình trụ 4 và tấm trên 5 được kéo dài tới phần trên cùng của thùng lò 3 để dễ dàng hiểu được ranh giới giữa các bộ phận này. Trên thực tế, có thể có trường hợp tấm trên 5 được bố trí trên thành bên hình trụ 4. Theo cách khác, vì cả thành bên hình trụ 4 và tấm trên 5 đều được làm bằng bê tông cốt thép, nên có thể có trường hợp phần nối giữa thành bên hình trụ 4 và tấm trên 5 tạo thành phần chung (kết cấu liên tục) để khiến ranh giới không rõ ràng. Thùng lò có các kết cấu chính trong đó được làm bằng bê tông cốt thép thường được gọi là RCCV.

Đầu thùng lò 6 được làm bằng thép để có thể tháo ra được khi nạp lại nhiên liệu. Gần đây, đã có loại trong đó thùng chắn nước (không được minh họa) được bố trí ở trên đầu thùng lò 6. Hơn nữa, gần đây, đã có loại trong đó thùng chứa nước làm mát (không được minh họa) của hệ thống an toàn thụ động được bố trí ở trên tấm trên 5. Tốc độ rò rỉ thiết kế của thùng lò 3 là khoảng 0,5%/ngày.

Trong những năm gần đây, đã có nghiên cứu về nhà máy trong đó từng thành bên hình trụ 4 và tấm trên 5 không được làm bằng bê tông cốt thép mà được làm bằng vật liệu kết hợp thép bê tông (steel concrete composite - vật liệu kết hợp SC). Vật liệu kết hợp SC được tạo ra bằng cách đổ bê tông vào giữa hai tấm thép. Việc sử dụng vật liệu kết hợp SC loại bỏ được yêu cầu sắp đặt thanh cốt thép và cho phép xây dựng môđun. Một ví dụ trong đó vật liệu kết hợp SC được chấp nhận dùng cho nhà máy điện hạt nhân là kết cấu chắn AP1000 được sản xuất bởi Toshiba/Westinghouse.

Tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa được xét nghiệm số 2004-333357

Các vấn đề được sáng chế giải quyết

Ngày nay, điều được thừa nhận rộng rãi là, trong số tất cả các nguyên liệu phóng xạ thoát ra từ lõi khi xảy ra sự cố cơ bản theo thiết kế, các hạt nguyên liệu phóng xạ gây ra thiệt hại phơi bức xạ nghiêm trọng nhất đối với môi trường. Trên hết, hạt iot phóng xạ gây ra thiệt hại lớn nhất. Các hạt nguyên liệu phóng xạ có khả năng tan trong nước cao, và do vậy, khó rò rỉ từ phần được bọc kín nước. Điều nhận

thấy rõ ràng là, khí trơ phóng xạ và tương tự khuếch tán trong môi trường khí ngay cả nếu chúng rò rỉ với tốc độ rò rỉ thiết kế để ít góp phần vào sự phơi bức xạ. Do đó, để giảm lượng bức xạ khi xảy ra sự cố cơ bản theo thiết kế, điều quan trọng là, giảm xuống mức nhỏ nhất sự rò rỉ của các hạt nguyên liệu phóng xạ.

ABWR thông thường có kết cấu trong đó nước được chứa trong bể ở trên tấm trên và đầu thùng lò, để ngay cả nếu sự cố cơ bản theo thiết kế xảy ra khiến các hạt nguyên liệu phóng xạ thoát ra vào bên trong thùng lò, thì các hạt nguyên liệu phóng xạ đã thoát ra sẽ khó rò rỉ. Hơn nữa, việc chứa nước bể trong bể nén khiến các hạt nguyên liệu phóng xạ khó rò rỉ. Hơn thế nữa, khi xảy ra sự cố cơ bản theo thiết kế, chất làm mát chảy ra từ thùng lò áp lực được chứa trong giếng khô dưới, do vậy, các hạt nguyên liệu phóng xạ khó rò rỉ từ giếng khô dưới.

Do vậy, chính là các hạt nguyên liệu phóng xạ rò rỉ vào môi trường qua thành bên hình ống không có tác dụng bịt kín nước làm tăng lượng bức xạ. Cụ thể là, một số lượng phần xuyên dùng cho các hệ thống điện hoặc đường ống được tạo ra trong thành bên hình trụ, và trên thực tế, sự rò rỉ qua thành bên hình trụ chiếm phần lớn của tốc độ rò rỉ thiết kế của thùng lò. Do vậy, để giảm lượng bức xạ khi xảy ra sự cố cơ bản theo thiết kế, thì cần ngăn các hạt nguyên liệu phóng xạ rò rỉ qua thành bên hình trụ thoát ra vào môi trường.

ABWR thông thường được thiết kế để lọc các hạt nguyên liệu phóng xạ khi xảy ra sự cố cơ bản theo thiết kế bằng cách sử dụng hệ thống xử lý khí dự phòng (không được minh họa). Tuy nhiên, sự mất điện có thể xảy ra ở các điều kiện sự cố nghiêm trọng thực tế làm dừng hoạt động của hệ thống xử lý khí dự phòng, do vậy, có khả năng là, một lượng các hạt nguyên liệu phóng xạ quá mức bị thoát ra vào môi trường.

Hơn nữa, ở các điều kiện sự cố nghiêm trọng, một lượng lớn hydro sinh ra từ nhiên liệu lõi bằng phản ứng kim loại-nước, với kết quả là, áp suất bên trong của thùng lò 3 tăng đến áp suất thiết kế hoặc lớn hơn (khoảng gấp đôi áp suất thiết kế). Cụ thể hơn, các khí không ngưng tụ như một lượng lớn hydro sinh ra từ nhiên liệu lõi và nitơ tồn tại trước khi xảy ra sự cố đi qua các ống thông 15, kèm theo là hơi trong giếng khô 8 đến bể nén 14 mà tại đây các khí không ngưng tụ được chuyển thành pha khí của giếng ướt 9 để được nén, khiến áp suất bên trong của thùng lò 3 tăng. Áp suất của hơi trong giếng khô 8 hơi cao hơn áp suất gây ra bởi việc nén các

khí không ngưng tụ trong pha khí của giếng ướt 9. Ở điều kiện áp suất cao như vậy, có khả năng là sự rò rỉ từ thùng lò 3 lớn hơn tốc độ rò rỉ thiết kế.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là ngăn, không phụ thuộc vào nguồn điện bên ngoài, các hạt nguyên liệu phóng xạ thoát ra vào môi trường khi xảy ra sự cố ở lò phản ứng và giới hạn áp suất bên trong của thùng lò ở áp suất thiết kế hoặc thấp hơn để đảm bảo độ an toàn.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Để đạt được mục đích nêu trên, một khía cạnh của sáng chế đề xuất thùng lò gồm có: đệm nền kéo dài theo chiều ngang đỡ tải trọng của thùng lò áp lực chứa lõi; vỏ trong được bố trí trên đệm nền để bao bọc kín khí thùng lò áp lực; và vỏ ngoài được bố trí trên đệm nền để bao bọc theo chiều ngang biên ngoài của vỏ trong theo kiểu kín khí, vỏ trong bao gồm: thành bên hình trụ thứ nhất có đầu dưới được nối với đệm nền và đầu trên được bố trí cao hơn ít nhất đầu trên của lõi và bao quanh theo chiều ngang biên của thùng lò áp lực; đầu thùng lò che phủ phần trên của thùng lò áp lực; tấm trên thứ nhất nối một cách kín khí biên của đầu thùng lò và phần đầu trên của thành bên hình trụ thứ nhất; giếng khô tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất và chứa thùng lò áp lực; và giếng ướt tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất và chứa bể nén được nối với giếng khô qua ống thông, vỏ ngoài bao gồm: thành bên hình trụ thứ hai có đầu dưới được nối với đệm nền và bao quanh biên ngoài của thành bên hình trụ thứ nhất; tấm trên thứ hai nối một cách kín khí đầu trên của thành bên hình trụ thứ hai và vỏ trong; và giếng ngoài là một không gian được bao quanh một cách kín khí bởi thành bên hình trụ thứ hai, tấm trên thứ hai, và đệm nền.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất nhà máy điện hạt nhân gồm có thùng lò bao gồm: đệm nền kéo dài theo chiều ngang đỡ tải trọng của thùng lò áp lực chứa lõi; vỏ trong được bố trí trên đệm nền để bao bọc kín khí thùng lò áp lực; và vỏ ngoài được bố trí trên đệm nền để bao bọc theo chiều ngang biên ngoài của vỏ trong theo kiểu kín khí, vỏ trong bao gồm: thành bên hình trụ thứ nhất có đầu dưới được nối với đệm nền và đầu trên được bố trí cao hơn ít nhất đầu trên của lõi và bao quanh theo chiều ngang biên của thùng lò áp lực; đầu thùng lò che phủ phần

trên của thùng lò áp lực; tấm trên thứ nhất nối một cách kín khí biên của đầu thùng lò và phần đầu trên của thành bên hình trụ thứ nhất; giếng khô tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất và chứa thùng lò áp lực; và giếng ướt tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất và chứa bể nén được nối với giếng khô qua ống thông, vỏ ngoài bao gồm: thành bên hình trụ thứ hai có đầu dưới được nối với đệm nền và bao quanh biên ngoài của thành bên hình trụ thứ nhất; tấm trên thứ hai nối một cách kín khí đầu trên của thành bên hình trụ thứ hai và vỏ trong; và giếng ngoài là một không gian được bao quanh một cách kín khí bởi thành bên hình trụ thứ hai, tấm trên thứ hai, và đệm nền.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, chức năng không chế kếp cho phép các hạt nguyên liệu phóng xạ thoát ra từ nhiên liệu lõi khi xảy ra sự cố lò phản ứng được không chế trong thùng lò mà không phụ thuộc vào nguồn điện bên ngoài.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ ba của sáng chế.

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ tư của sáng chế.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa nhà máy điện hạt nhân theo phương án thứ năm của sáng chế.

Fig.6 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa một ví dụ của thùng lò của ABWR thông thường.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào Fig.1 đến Fig.5. Trên

Fig.1 đến Fig.5, các số chỉ dẫn giống nhau được gán cho các bộ phận giống nhau hoặc tương tự như trên Fig.6, do vậy, phần mô tả sẽ không được thực hiện và chỉ các phần tử thiết yếu sẽ được giải thích.

Phương án thứ nhất

Phương án thứ nhất của thùng lò (CV) theo sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào Fig.1. Fig.1 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Phương án thứ nhất của sáng chế khác với ví dụ thông thường trên đây ở chỗ thành bên hình ống của thùng lò 3 là kết cấu kép. Cụ thể hơn, thành bên hình ống được tạo thành bởi thành bên hình trụ thứ nhất 4a, và thành bên hình trụ thứ hai 4b được tạo ra để bao quanh thành bên hình trụ thứ nhất 4a với khoảng cách định trước giữa chúng. Hơn nữa, tấm trên thứ hai 5b được lắp để che phủ phần trên của thành bên hình trụ thứ hai 4b. Thành bên hình trụ thứ hai 4b và tấm trên thứ hai 5b cũng tạo thành biên áp suất, áp suất thiết kế của nó là từ khoảng $2,11 \text{ kg/cm}^2$ đến khoảng $3,16 \text{ kg/cm}^2$ theo áp suất áp kế. Phần trên của thành bên hình trụ thứ nhất 4a được che phủ bởi tấm trên thứ nhất 5a và đầu thùng lò 6. Áp suất thiết kế của phần này là khoảng $3,16 \text{ kg/cm}^2$ theo áp suất áp kế.

Kết cấu được tạo thành bởi thành bên hình trụ thứ nhất 4a, tấm trên thứ nhất 5a, đầu thùng lò 6, và đoạn 7a của đệm nền kéo dài theo chiều ngang 7 mà được bố trí ở ngay bên dưới thành bên hình trụ thứ nhất 4a, tấm trên thứ nhất 5a, và đầu thùng lò 6 được gọi là vỏ trong 17. Mặt khác, kết cấu được tạo thành bởi thành bên hình trụ thứ hai 4b, tấm trên thứ hai 5b, và đoạn 7b của đệm nền kéo dài theo chiều ngang 7 mà được bố trí ở ngay bên dưới thành bên hình trụ thứ hai 4b và tấm trên thứ hai 5b được gọi là vỏ ngoài 18. Hơn nữa, không gian được bao quanh bởi các bề mặt ngoài của thành bên hình trụ thứ nhất 4a, tấm trên thứ hai 5b, và thành bên hình trụ thứ hai 4b và phần 7b của đệm nền 7 mà được bố trí ở ngay bên dưới thành bên hình trụ thứ nhất 4a, tấm trên thứ hai 5b, và thành bên hình trụ thứ hai 4b được gọi là giếng ngoài 19.

Fig.1 minh họa trường hợp tấm trên thứ hai 5b được bố trí ở cùng độ cao như tấm trên thứ nhất 5a. Mặc dù Fig.1 minh họa một ví dụ trong đó tấm trên thứ nhất 5a và tấm trên thứ hai 5b được nối với thành bên hình trụ thứ nhất 4a từ cả hai bên

của nó, tuy nhiên, phương pháp nối không bị giới hạn như vậy. Ví dụ, phương pháp nối có thể được chấp nhận trong đó tấm trên thứ nhất 5a và tấm trên thứ hai 5b được nối với nhau theo hướng chiều ngang, và đầu trên của thành bên hình trụ thứ nhất 4a được nối với phần dưới của các tấm trên 5a và 5b đã được nối. Hơn nữa, theo cách khác, tấm trên thứ nhất 5a và tấm trên thứ hai 5b và thành bên hình trụ thứ nhất 4a có thể được nối với nhau để phần nối giữa chúng tạo thành phần chung liên tục ở giữa.

Không gian bên trong của vỏ trong 17 được ngăn thành giếng khô (DW) 8 chứa thùng lò áp lực (RPV) 2 và giếng ướt (khoang nén, WW) 9. Thùng lò áp lực 2 được đỡ bởi giá đỡ thùng lò 10 qua gờ bao thùng lò 11. Giá đỡ thùng lò 10 được đỡ bởi đệm nền 7 qua bộ đỡ hình trụ 30. Cụ thể là, sau cùng, tải trọng của thùng lò áp lực 2 được đỡ bởi đệm nền 7.

Một phần không gian bên trong giếng khô 8 ở trên gờ bao thùng lò 11 được gọi là giếng khô trên 12, và một phần không gian bên trong giếng khô 8 ở dưới gờ bao thùng lò 11 được gọi là giếng khô dưới 13. Giếng ướt 9 được lấp bao tròn quanh giếng khô dưới 13, và bên trong có bể nén (SP) 14. Giếng khô 8 và giếng ướt 9 được ngăn bởi vách ngăn bao gồm sàn ngăn 16. Giếng khô 8 và bể nén 14 được nối với nhau bằng các ống thông 15.

Giếng khô 8 và giếng ướt 9 tạo thành, như một tổng thể, không gian hình trụ được bao quanh bởi thành bên hình trụ thứ nhất 4a. Thành bên hình trụ thứ nhất 4a có chức năng làm các thành ngoài của giếng khô trên 12 và giếng ướt 9.

Theo phương án này, các độ cao của thùng lò áp lực 2 và giếng ướt 9 được tăng một chút so với ABWR thông thường để đầu trên của lõi 1 được bố trí ở cùng độ cao hoặc thấp hơn sàn ngăn 16.

Ống thông pha khí 20 nối phần pha khí của giếng ướt 9 và giếng ngoài 19 được bố trí. Hệ thống chuyển đổi cách ly và nối (ICSS - isolation and connection switching system) 21 được bố trí ở cửa vào của ống thông pha khí 20. Hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 có kết cấu để được đóng trong quá trình hoạt động bình thường của lò phản ứng và được mở khi xảy ra sự cố. Ví dụ, để làm hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21, có thể sử dụng đĩa bảo hiểm, van ngắt chân không, và van cách ly tự động.

Đĩa bảo hiểm được thiết kế để được kích hoạt để làm vỡ tấm ngăn dạng đĩa được bố trí trong ống và cho phép thông với môi trường khí khi xuất hiện chênh lệch áp suất định trước, và không có chức năng cách ly hoặc đóng kín sau khi kích hoạt. Nói cách khác, môi trường khí có thể lưu thông theo chiều thuận hoặc chiều nghịch qua đĩa bảo hiểm phụ thuộc vào chênh lệch áp suất sau khi kích hoạt.

Van ngắt chân không là van kiểm tra pha khí có độ tin cậy cao. Van ngắt chân không được thiết kế để được kích hoạt để cho phép thông với môi trường khí khi xuất hiện chênh lệch áp suất định trước nhưng sẽ được đóng để ngắt đường lưu thông khi chênh lệch áp suất là nhỏ. Môi trường khí có thể lưu thông theo chiều thuận qua van ngắt chân không nhưng không thể lưu thông theo chiều nghịch. Thông thường, van này được sử dụng khi đặc trưng thông chiều thuận và đặc trưng cách ly chiều nghịch cần đạt được một cách rất chắc chắn.

Thông thường, van cách ly tự động là van được dẫn động bằng mô tơ hoặc van được dẫn động bằng khí nén mà được thiết kế để được mở và đóng tự động khi xuất hiện chênh lệch áp suất định trước. Nó có thể được đưa vào trạng thái mở và được đưa trở lại trạng thái đóng sau khi được mở. Nếu là van được dẫn động bằng mô tơ, thì sẽ cần một chút thời gian để kích hoạt. Nếu là van được dẫn động bằng khí nén, thì nó được kích hoạt một cách nhanh chóng nhưng cần có bộ tích lũy.

Đây là vấn đề lựa chọn trong giai đoạn thiết kế loại hệ thống chuyển đổi cách ly và nối nào cần được chọn. Đặc trưng chức năng mà là chung cho các loại hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 mô tả trên đây là chúng thường tạo trạng thái được cách ly nhưng bắt đầu cho phép môi trường khí lưu thông theo chiều thuận khi xuất hiện chênh lệch áp suất định trước.

Nói cách khác, hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 bất kỳ nào liệt kê trên đây tạo trạng thái được cách ly khi lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động bình thường và phần pha khí của giếng ướt 9 và giếng ngoài 19 được phân tách. Ngoài ra, hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 sẽ duy trì trạng thái được cách ly nếu xảy ra sự cố tổn hao chất làm mát ngăn hoặc quy mô nhỏ không kèm theo sự tăng áp suất trong phần pha khí của giếng ướt 9. Kết quả là, sự cố tổn hao chất làm mát ngăn hoặc quy mô nhỏ có thể được khống chế trong vỏ trong 17. Để đạt được điều này, thành bên hình ống thứ nhất 4a không có phần hở ngoài ống thông pha khí 20.

Mặt khác, khi xảy ra sự cố tổn hao chất làm mát gián đoạn dài hoặc sự cố nghiêm trọng, áp suất của phần pha khí của giếng ướt 9 sẽ tăng. Khi áp suất đã tăng đến chênh lệch áp suất để kích hoạt hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21, hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 sẽ được mở, điều này khiến phần pha khí của giếng ướt 9 và giếng ngoài 19 thông với nhau. Sau đó, kết quả là, sự tăng áp suất trong vỏ trong 17 do khí không ngưng tụ gây ra, như hydro và nitơ, tích tụ trong phần pha khí của giếng ướt 9 thoát vào bên trong vỏ ngoài 18, do đó, giảm đáng kể sự tăng áp suất trong thùng lò 3.

Hơn nữa, một lượng lớn hydro thoát vào bên trong thùng lò 3 khi xảy ra sự cố nghiêm trọng, do đó, sự nổ hydro có thể xảy ra nếu môi trường khí trong thùng lò 3 là không khí. Để loại bỏ nguy cơ này, môi trường khí bên trong thùng lò 3, bao gồm giếng ngoài 19, được thay thế bằng nitơ để được giữ ở trạng thái mà nồng độ oxy là thấp hơn nồng độ oxy của không khí bình thường.

Theo phương án này, mặc dù không được minh họa trên Fig.1, thùng nhiên liệu 27 (xem Fig.5) được bố trí ở trên tấm trên thứ nhất 5a và tấm trên thứ hai 5b. Hơn nữa, tấm chắn nước 28 (xem Fig.5) được bố trí ở trên đầu thùng lò 6.

Theo phương án này, có thể duy trì áp suất bên trong của thùng lò ở mức thấp khi xảy ra sự cố nghiêm trọng. Thể tích của không gian tự do trong giếng ngoài 19 lớn hơn khoảng bốn lần thể tích của không gian tự do trong giếng ướt 9. Do đó, áp suất bên trong của thùng lò có thể được giảm xuống một phần tư của mức thông thường khi xảy ra sự cố nghiêm trọng. Do vậy, có thể dễ dàng giảm áp suất khi xảy ra sự cố nghiêm trọng xuống mức áp suất thiết kế hoặc thấp hơn.

Hơn nữa, theo phương án này, trong trường hợp sự cố quy mô nhỏ mà hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 không được mở, các nguyên liệu phóng xạ được khống chế bởi kết cấu khống chế kép có thành bên hình trụ thứ nhất 4a và thành bên hình trụ thứ hai 4b, nhờ vậy, ngăn các nguyên liệu phóng xạ thoát ra vào môi trường. Hơn nữa, trong trường hợp sự cố đủ nghiêm trọng để mở hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21, áp suất bên trong của vỏ trong 17 và áp suất bên trong của giếng ngoài 19 được làm cân bằng, với kết quả là, chênh lệch áp suất giữa bên trong và bên ngoài của thành bên hình trụ thứ nhất 4a là không đáng kể, nhờ vậy, ngăn các hạt nguyên liệu phóng xạ lơ lửng trong giếng khô 8 trực tiếp rò rỉ qua thành bên hình trụ thứ nhất 4a. Các hạt nguyên liệu phóng xạ lơ lửng trong

giếng khô 8 được dẫn đến bên trong bể nén 14 qua các ống thông 15 để được hòa tan trong nước của bể nén, do đó, chỉ một lượng nhỏ các hạt nguyên liệu phóng xạ được di chuyển đến phần pha khí giếng ướt. Sau đó, lượng nhỏ các hạt nguyên liệu phóng xạ được di chuyển đến giếng ngoài 19 qua hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 nhưng được khống chế bởi vỏ ngoài 18, nhờ vậy, gần như loại bỏ hoàn toàn sự rò rỉ vào môi trường.

Mặc dù một lượng lớn hydro được di chuyển đến giếng ngoài 19 khi xảy ra sự cố nghiêm trọng, tuy nhiên, môi trường khí trong giếng ngoài 19 được thay thế bằng nitơ để giới hạn nồng độ oxy ở mức thấp, nhờ vậy, loại bỏ nguy cơ xảy ra sự nổ hydro.

Như mô tả trên đây, theo phương án này, một lượng lớn các hạt nguyên liệu phóng xạ thoát ra từ nhiên liệu lõi khi xảy ra sự cố có thể được khống chế bên trong thùng lò bằng chức năng khống chế kép. Các nguyên liệu phóng xạ có thể được khống chế bên trong thùng lò mà không cần nguồn điện bên ngoài mà chỉ với phương tiện thụ động, do đó, ngay cả nếu xảy ra sự cố nghiêm trọng gây ra bởi thảm họa tự nhiên như động đất rất mạnh, thì vẫn có thể đảm bảo được độ an toàn của dân cư xung quanh mà không cần sơ tán. Sự tăng áp suất trong thùng lò gây ra bởi một lượng lớn hydro sinh ra từ lõi khi xảy ra sự cố nghiêm trọng có thể được giảm xuống mức thấp, do đó, ngay cả nếu điều kiện sự cố nghiêm trọng tiếp tục trong một thời gian dài, thì vẫn có thể ngăn không để xảy ra vấn đề vỡ do áp suất quá cao của thùng lò và rò rỉ quá mức.

Phương án thứ hai

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ hai của sáng chế. Theo phương án này, đầu trên của thành bên hình trụ thứ hai 4b được bố trí thấp hơn đầu trên của thành bên hình trụ thứ nhất 4a, và tấm trên thứ hai 5b kéo dài theo chiều ngang tại vị trí thấp hơn tấm trên thứ nhất 5a. Trong một ví dụ được minh họa trên Fig.2, tấm trên thứ hai 5b được nối vào thành bên hình trụ thứ nhất 4a. Phần nối giữa tấm trên thứ hai 5b và thành bên hình trụ thứ nhất 4a có thể tạo thành phần nối chung giữa chúng.

Theo phương án này, khi thùng nhiên liệu 27 (xem Fig.5) được bố trí ở trên tấm trên thứ nhất 5a và tấm trên thứ hai 5b, một phần thùng nhiên liệu 27 mà được

bố trí ở trên tấm trên thứ hai 5b có thể là sâu hơn một phần thùng nhiên liệu 27 mà được bố trí ở trên tấm trên thứ nhất 5a.

Phương án thứ ba

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ ba của sáng chế. Theo phương án này, một phần giếng ngoài 19 được ngăn bởi vách ngăn chịu áp suất 22 để tạo thành khoang thiết bị 23 với môi trường không khí. Trong khoang thiết bị 23, thiết bị như các bộ trao đổi nhiệt hoặc panen của hệ thống loại bỏ nhiệt dư dùng cho các bộ phận điện có thể được lắp. Các kết cấu khác là giống như các kết cấu của phương án thứ nhất.

Thể tích của giếng ngoài 19 là đủ lớn, để một phần giếng ngoài 19 có thể được sử dụng như là khoang thiết bị 23. Cụ thể là, các hạt nguyên liệu phóng xạ không rò rỉ ra ngoài bể nén 14 do tác dụng bịt kín nước của nước bể nén, do đó, việc sử dụng vùng này như là khoang thiết bị 23 sẽ đạt được hiệu quả. Hơn nữa, theo phương án này, có thể đạt được các hiệu quả giống như các hiệu quả của phương án thứ nhất.

Phương án thứ tư

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa thùng lò theo phương án thứ tư của sáng chế. Theo phương án này, bể ngoài 24 được bố trí tại phần dưới của giếng ngoài 19, đầu dẫn của ống thông pha khí 20 được dẫn đến nước trong bể ngoài 24, và vòi làm sạch 25 được lắp vào phần đầu dẫn của ống thông pha khí 20. Các kết cấu khác là giống như các kết cấu của phương án thứ nhất.

Ví dụ, vòi làm sạch 25 là vòi khuếch tán. Ví dụ, để làm vòi khuếch tán, loại tương tự như vòi làm sạch của FILTRA MVSS được sản xuất để chống lại sự cố nghiêm trọng trong nhà máy BWR Thụy Điển có thể được chấp nhận.

Bể ngoài 24 được phân tách khỏi bể nén 14 bằng thành bên hình trụ thứ nhất 4a để ngăn nước tuần hoàn và trộn lẫn giữa chúng.

Theo phương án này, khi hệ thống chuyển đổi cách ly và nối 21 được mở khi xảy ra sự cố lò phản ứng, khí áp suất cao trong giếng ướt 9 được dẫn đến nước trong bể ngoài 24 qua ống thông pha khí 20. Lúc này, các bọt nhỏ được tạo ra trong nước của bể ngoài 24 bởi vòi làm sạch 25, và một lượng nhỏ các hạt nguyên liệu

phóng xạ lơ lửng trong pha khí của giếng ướt 9 được hòa tan trong nước chứa trong bể ngoài 24.

Theo phương án thứ tư, không những có thể đạt được các hiệu quả giống như các hiệu quả của phương án thứ nhất, mà còn ngăn được các hạt nguyên liệu phóng xạ rò rỉ ra bên ngoài từ giếng ngoài 19.

Dược phẩm như natri hydroxit làm tăng độ hòa tan của iot có thể được trộn lẫn trong nước của bể ngoài 24. Điều này cho phép iot phóng xạ được hòa tan trong nước của bể ngoài 24 một cách chắc chắn hơn.

Theo cách khác, iot không phóng xạ có thể được trộn lẫn trong nước của bể ngoài 24. Trong trường hợp này, khi iot phóng xạ chảy vào nước của bể ngoài 24, phản ứng thế giữa iot hữu cơ phóng xạ và iot không phóng xạ xảy ra, nhờ vậy, loại bỏ iot hữu cơ phóng xạ một cách hiệu quả.

Phương án thứ năm

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt dọc minh họa nhà máy điện hạt nhân theo phương án thứ năm của sáng chế.

Theo phương án này, tấm chắn bảo vệ bên trên 26 dùng để chống lại sự cố đâm máy bay được lắp để che phủ phần trên của thùng lò với thành bên hình trụ thứ hai 4b và tấm trên thứ hai 5b của thùng lò 3 của phương án thứ hai (Fig.2) như là nền. Trên Fig.5, phần minh họa ống thông pha khí 20 không được thể hiện. Tấm chắn bảo vệ bên trên 26 không tạo thành thùng lò 3, và do vậy, không cần có khả năng chịu áp suất.

Hơn nữa, theo phương án này, thùng nhiên liệu 27 được bố trí ở trên tấm trên thứ nhất 5a và tấm trên thứ hai 5b, và tấm chắn nước 28 được bố trí ở trên đầu thùng lò 6. Thùng nhiên liệu 27 và tấm chắn nước 28 được bố trí bên trong tấm chắn bảo vệ bên trên 26.

Theo phương án này, có thể bảo vệ hệ thống an toàn thụ động (không được minh họa) và thùng nhiên liệu 27 được bố trí ở trên các tấm trên 5a và 5b của thùng lò 3 chống lại sự cố đâm máy bay.

Tấm chắn bảo vệ chống lại sự cố đâm máy bay mà được đề xuất theo kỹ thuật đã biết được lắp nhô lên từ đệm nền 7 và che phủ toàn bộ biên ngoài của thùng lò 3

(ví dụ, thùng lò kép). Mặt khác, theo phương án này, tấm chắn bảo vệ được lắp trên thành bên hình trụ thứ hai 4b, sử dụng thành bên hình trụ thứ hai 4b như là một phần của nó, do đó, có thể giảm đáng kể chi phí và lượng nguyên liệu. Thành bên hình trụ thứ hai 4b có kết cấu chịu áp suất, và do vậy, chính nó có chức năng làm tấm chắn bảo vệ chống lại sự cố đâm máy bay, nhờ vậy, không cần bổ trí bổ sung tấm chắn bảo vệ để bảo vệ phần thành bên. Cụ thể là, theo phương án này, bản thân thùng lò 3 được bảo vệ bởi vỏ ngoài 18, do vậy, không cần bổ trí bổ sung tấm chắn bảo vệ để bảo vệ phần thành bên.

Các phương án khác

Các phương án trên đây chỉ là minh họa, và sáng chế không bị giới hạn ở các phương án này.

Ví dụ, các đặc trưng của các phương án tương ứng có thể được kết hợp cùng nhau theo các cách rất khác nhau. Cụ thể hơn, mặc dù tấm chắn bảo vệ bên trên 26 và tương tự được bổ sung vào thùng lò theo phương án thứ hai để đạt được phương án thứ năm, tuy nhiên, tấm chắn bảo vệ bên trên 26 có thể được bổ sung vào các thùng lò của phương án thứ nhất, thứ ba, hoặc thứ tư.

Hơn nữa, ống thông pha khí 20 có thể được bỏ qua trong phương án thứ nhất, thứ hai, thứ ba, và thứ năm.

Giải thích ký hiệu

- 1: Lõi
- 2: Thùng lò áp lực (RPV)
- 3: Thùng lò (CV)
- 4: Thành bên hình trụ
- 4a: Thành bên hình trụ thứ nhất
- 4b: Thành bên hình trụ thứ hai
- 5: Tấm trên
- 5a: Tấm trên thứ nhất
- 5b: Tấm trên thứ hai
- 6: Đầu thùng lò
- 7: Đệm nền
- 8: Giếng khô (DW)

- 9: Giếng ướ́t (khoang nén, WW)
- 10: Giá đỡ thùng lò
- 11: Gờ bao thùng lò
- 12: DW trên
- 13: DW dưới
- 14: Bể nén (SP)
- 15: Ống thông
- 16: Sàn ngăn
- 17: Vỏ trong
- 18: Vỏ ngoài
- 19: Giếng ngoài
- 20: Ống thông pha khí
- 21: Hệ thống chuyển đổi cách ly và nối (ICSS)
- 22: Vách ngăn
- 23: Khoang thiết bị
- 24: Bể ngoài
- 25: Vòi làm sạch
- 26: Tấm chắn bảo vệ bên trên
- 27: Thùng nhiên liệu
- 28: Tấm chắn nước
- 30: Bộ đỡ

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thùng lò gồm có:

đệm nền kéo dài theo chiều ngang đỡ tải của thùng áp suất lò phản ứng nước sôi chứa lõi;

vỏ trong được bố trí trên đệm nền để bao bọc kín khí thùng áp suất lò phản ứng nước sôi; và

vỏ ngoài được bố trí trên đệm nền để bao bọc theo chiều ngang chỉ biên ngoài của vỏ trong theo cách kín khí, vỏ ngoài không bao bọc toàn bộ vỏ trong,

vỏ trong bao gồm:

thành bên hình trụ thứ nhất có đầu bên dưới được nối với đệm nền và đầu bên trên được đặt cao hơn so với ít nhất đầu bên trên của lõi và bao quanh theo chiều ngang biên của thùng áp suất lò phản ứng nước sôi;

đầu thùng lò che phủ phần bên trên của thùng áp suất lò phản ứng nước sôi và được tạo nên bằng thép để có khả năng được loại bỏ khi nạp nhiên liệu;

tấm trên thứ nhất nối kín khí biên của đầu thùng lò và phần đầu bên trên của thành bên hình trụ thứ nhất;

giếng khô tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất và chứa thùng áp suất lò phản ứng nước sôi;

giếng ướt tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất;

bể nén được chứa trong giếng ướt; và

ống thông nối giếng khô với bể nén, vỏ ngoài bao gồm:

thành bên hình trụ thứ hai có đầu bên dưới được nối với đệm nền và bao quanh biên ngoài của thành bên hình trụ thứ nhất theo cách kín khí, đỉnh của thành bên hình trụ thứ hai không cao hơn so với đỉnh của tấm trên thứ nhất;

tấm trên thứ hai nối kín khí đầu bên trên của thành bên hình trụ thứ hai và vỏ trong, thành bên hình trụ thứ hai không kéo dài ở trên tấm trên thứ hai; và

giếng ngoài mà là khoảng trống được bao quanh kín khí bởi thành bên hình trụ thứ hai, tấm trên thứ hai, và đệm nền, môi trường không khí trong giếng ngoài được thay thế bởi nitơ để khiến cho nồng độ oxy thấp hơn so với không khí thông thường, trong đó:

thành bên hình trụ thứ hai và tấm trên thứ hai tạo thành ranh giới áp suất.

2. Thùng lò theo điểm 1, còn bao gồm:

ống thông pha khí nối phần pha khí của giếng ướt và giếng ngoài; và

hệ thống chuyển đổi cách ly và nối được lắp vào ống thông pha khí và có kết cấu để được đóng trong quá trình hoạt động bình thường của lò phản ứng và có thể được mở khi xảy ra sự cố lò phản ứng.

3. Thùng lò theo điểm 1, trong đó môi trường không khí trong giếng khô và giếng ướt và môi trường không khí trong ít nhất một số khoảng trống trong giếng ngoài được thay bởi nitơ để khiến cho nồng độ oxy thấp hơn so với không khí trong quá trình hoạt động bình thường của lò phản ứng.

4. Thùng lò theo điểm 3, trong đó:

một phần giếng ngoài được ngăn để tạo thành khoang thiết bị với môi trường không khí, và

môi trường khí trong giếng ngoài ngoài trừ khoang thiết bị trong quá trình hoạt động bình thường của lò phản ứng được thay thế bằng nitơ để khiến nồng độ oxy thấp hơn so với không khí thông thường.

5. Thùng lò theo điểm 1, trong đó bể ngoài mà nước bể được được trữ trong đó được bố trí tại phần bên dưới của giếng ngoài.

6. Thùng lò theo điểm 5, còn bao gồm ống thông pha khí nối phần pha khí của giếng ướt và giếng ngoài, trong đó đầu dẫn của ống thông pha khí được bố trí trong nước bể của bể ngoài.

7. Thùng lò theo điểm 6, trong đó vòi làm sạch được lắp vào đầu dẫn của ống thông pha khí.

8. Thùng lò theo điểm 5, trong đó được phẩm mà làm tăng tính chất hòa tan của iot phóng xạ được trộn lẫn trong nước bề của bể ngoài.

9. Thùng lò theo điểm 5, trong đó iot không phóng xạ được trộn lẫn trong nước bề của bể ngoài.

10. Nhà máy điện hạt nhân bao gồm:

lõi;

thùng áp suất lò phản ứng nước sôi chứa lõi; và

thùng lò bao gồm:

đệm nền kéo dài theo chiều ngang đỡ tải của thùng áp suất lò phản ứng nước sôi chứa lõi;

vỏ trong được bố trí trên đệm nền để che kín khí thùng áp suất lò phản ứng nước sôi; và

vỏ ngoài được bố trí trên đệm nền để bao bọc theo chiều ngang chỉ biên ngoài của vỏ trong theo cách kín khí, vỏ ngoài không che phủ toàn bộ vỏ trong,

vỏ trong bao gồm:

thành bên hình trụ thứ nhất có đầu bên dưới được nối với đệm nền và đầu bên trên được đặt cao hơn so với ít nhất đầu bên trên của lõi và bao quanh theo chiều ngang của thùng áp suất lò phản ứng nước sôi;

đầu thùng lò che phủ phần bên trên của thùng áp suất lò phản ứng nước sôi và được tạo nên bằng thép sao cho có thể được loại bỏ khi nạp nhiên liệu;

tấm trên thứ nhất nối kín khí biên của đầu thùng lò và phần đầu bên trên của thành bên hình trụ thứ nhất;

giếng khô tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất và chứa thùng áp suất lò phản ứng nước sôi;

giếng ướt tạo thành một phần của thành bên hình trụ thứ nhất;

bể nén được chứa trong giếng ướt; và

ống thông nối giếng khô với bể nén, vỏ ngoài bao gồm:

thành bên hình trụ thứ hai có đầu bên dưới được nối với đệm nền và bao quanh biên ngoài của thành bên hình trụ thứ nhất theo cách kín khí, đỉnh của thành bên hình trụ thứ hai không cao hơn so với đỉnh của tấm trên thứ nhất;

tấm trên thứ hai nối kín khí đầu bên trên của thành bên hình trụ thứ hai và vỏ trong, thành bên hình trụ thứ hai không kéo dài ở trên tấm trên thứ hai; và

giếng ngoài mà là khoảng trống được bao quanh kín khí bởi thành bên hình trụ thứ hai, tấm trên thứ hai, và đệm nền, môi trường khí trong giếng ngoài được thay bằng nitơ để khiến cho nồng độ oxy thấp hơn so với không khí thông thường, trong đó thành bên hình trụ thứ hai và tấm trên thứ hai tạo nên ranh giới áp suất.

11. Nhà máy điện hạt nhân theo điểm 10, trong đó:

bể nhiên liệu được bố trí ở trên tấm bên thứ nhất và tấm trên thứ hai.

12. Nhà máy điện hạt nhân theo điểm 10, trong đó:

tấm chắn bảo vệ bên trên che phủ phần bên trên của thùng lò được bố trí.

FIG.1

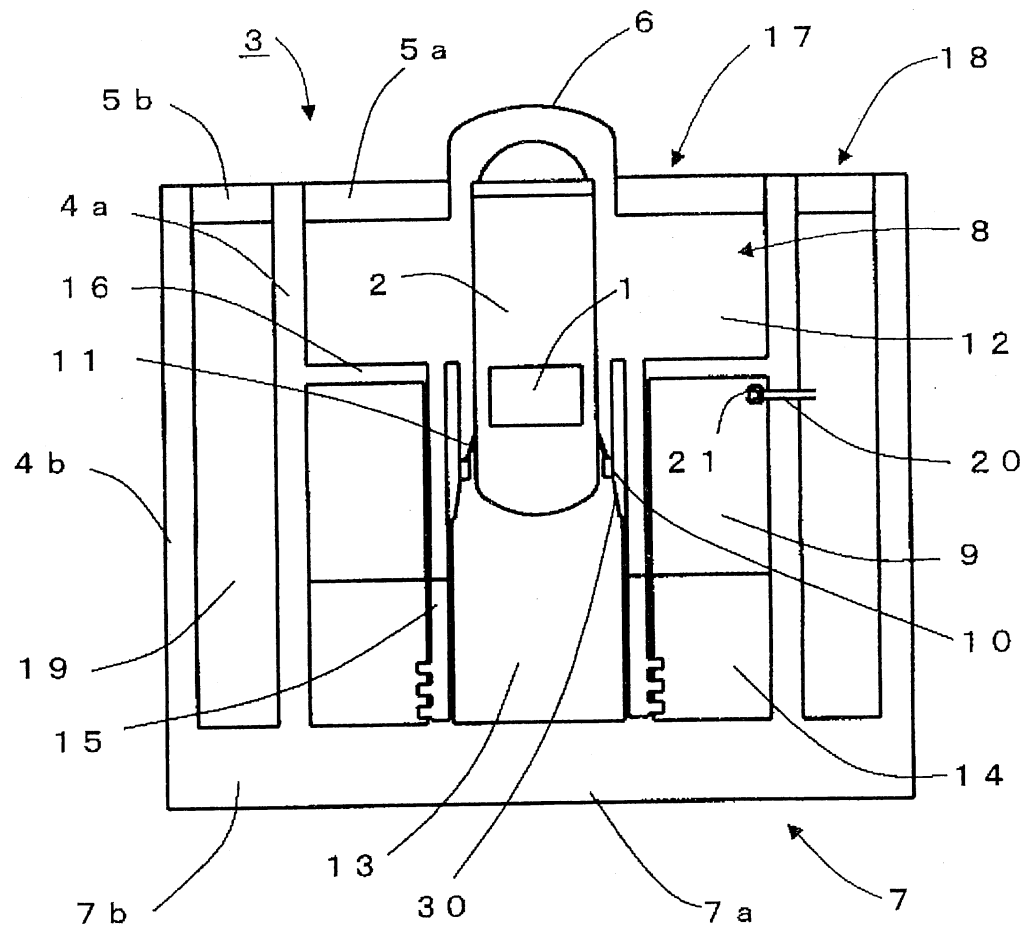


FIG. 2

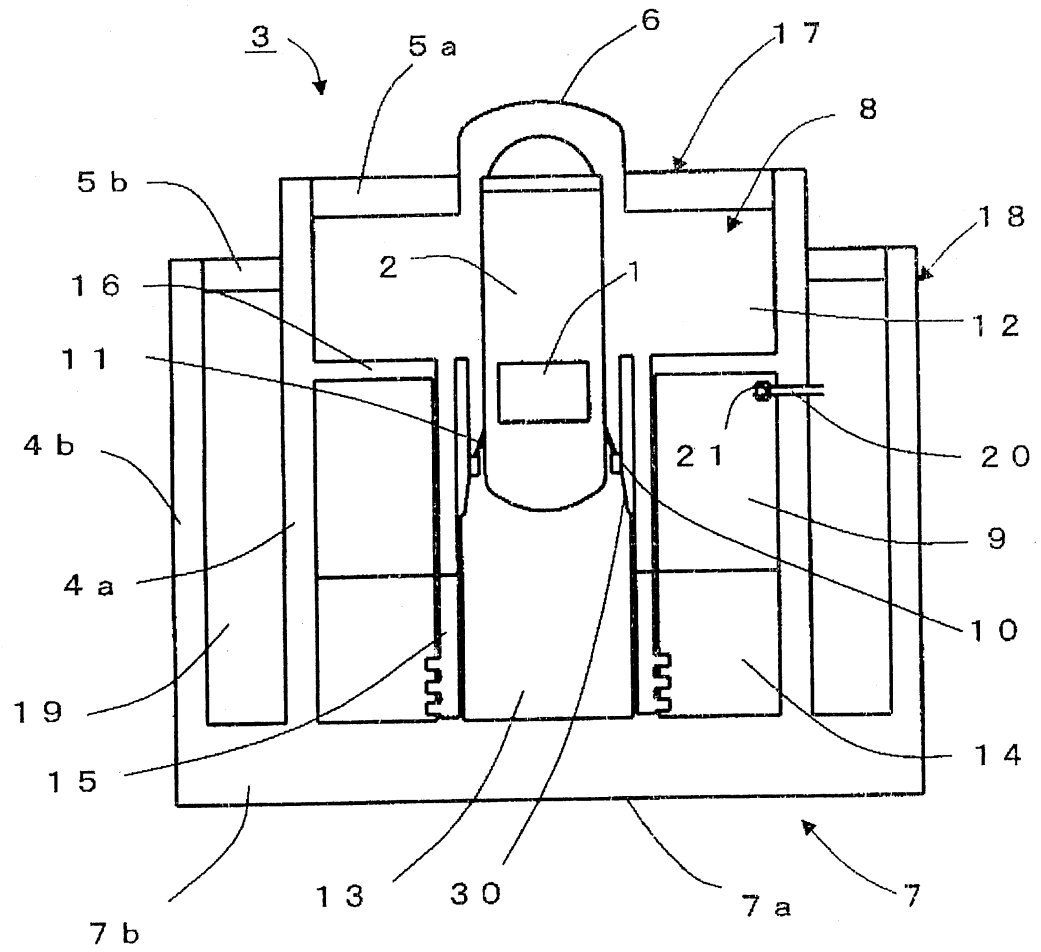


FIG. 3

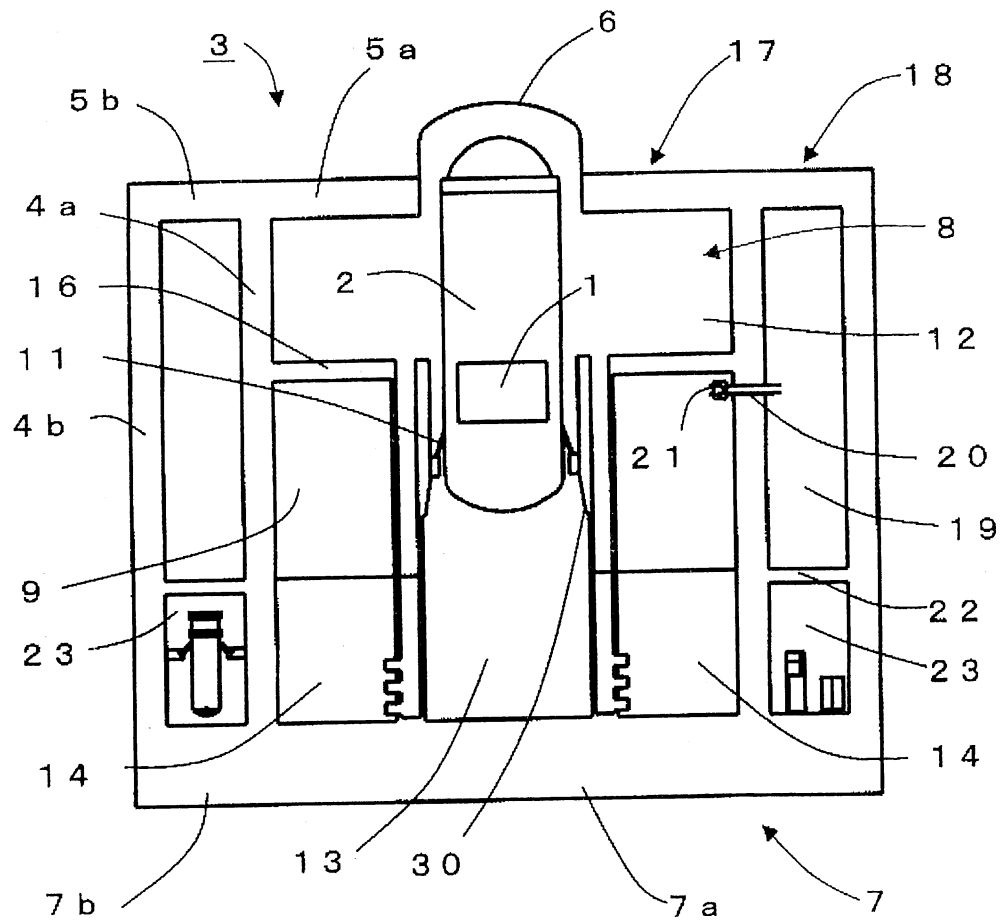


FIG. 4

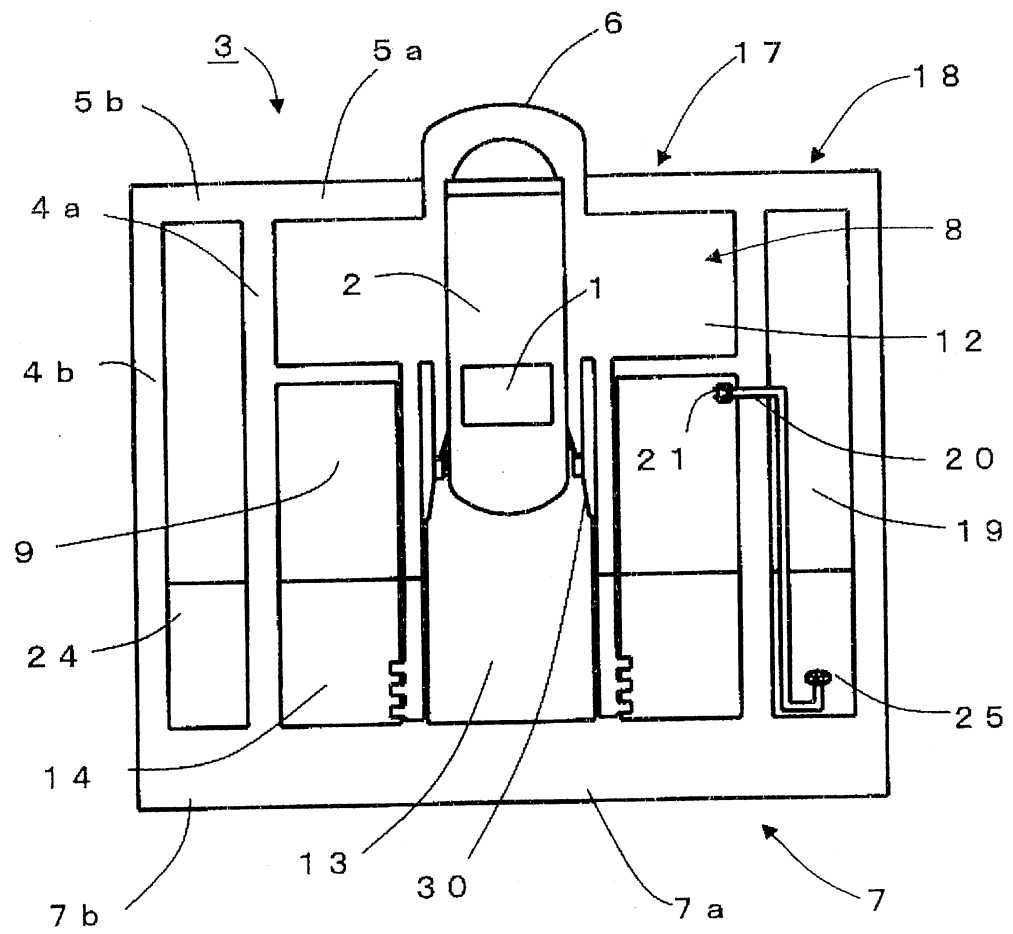


FIG. 5

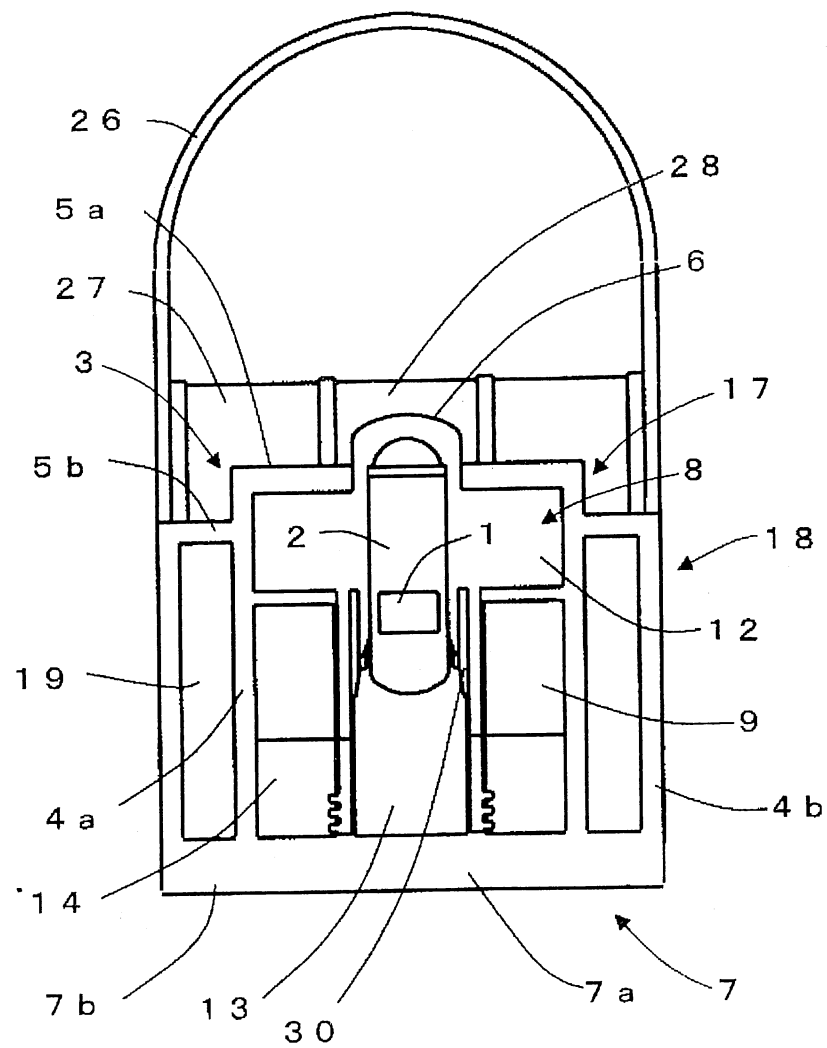


FIG. 6

