



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월13일
 (11) 등록번호 10-1373676
 (24) 등록일자 2014년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G21C 15/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0085114
 (22) 출원일자 2012년08월03일
 심사청구일자 2012년08월03일
 (65) 공개번호 10-2014-0018670
 (43) 공개일자 2014년02월13일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101071415 B1*
 KR1020090040789 A*
 KR1020120038638 A
 US5268943 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국원자력연구원
 대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
 (72) 발명자
 권태순
 대전 서구 정림서로 162-15, 127동 101호 (정림동, 정림우성아파트2차)
 김기환
 대전 대덕구 오정로100번길 72, 1층 (오정동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 이원희

전체 청구항 수 : 총 11 항

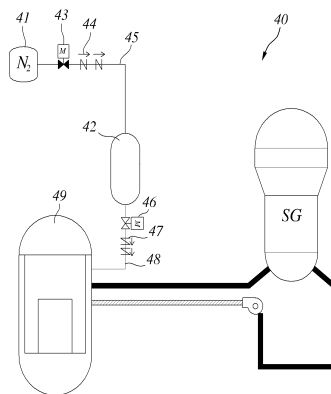
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 **분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템**

(57) 요약

본 발명은 비상 노심 냉각수탱크와 질소가스탱크를 분리시킨 안전주입탱크 시스템에 관한 것으로, 본 발명에 따르면, 질소 가스와 비상 노심 냉각수를 동일한 탱크에 모두 수용함으로써 작동 대기 동안에 질소 가스가 비상 노심 냉각수에 용해되어 원자로 계통으로 주입되어 열전달 및 열교환 자연순환 루프(Loop)의 형성을 방해하고, 저압 사고에만 적용 가능한 문제가 있었던 종래의 일체형 안전주입탱크 시스템의 단점을 해결하여, 질소 가스의 용해를 방지하는 동시에, 질소가스탱크의 압력을 고압용과 저압용으로 복수화하여 저압의 대형 배관과 단 사고와 고압의 소형 배관과 단 사고 원자로 계통 압력환경에 모두 적용 가능한 분리된 질소탱크로 가압되는 안전주입탱크 시스템이 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

송철화

대전 서구 둔산로 155, 117동 305호 (둔산동, 크로
바아파트)

양준언

대전 유성구 가정로 43, 110동 1101호 (신성동, 삼
성한올아파트)

백원필

대전 유성구 엑스포로 448, 305동 1503호 (전민동,
엑스포아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 77626-11

부처명 지식경제부

연구사업명 원자력 융합 원천기술 개발사업

연구과제명 신개념 명품원전의 기본요건 및 혁신적 안정성 향상 방안 연구

기여율 1/1

주관기관 한국수력원자력

연구기간 2011.07.01 ~ 2012.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

원자로 계통에 비상 노심 냉각수를 공급하기 위한 비상 노심 냉각수탱크와; 상기 비상 노심 냉각수탱크에 질소를 공급하여 상기 비상 노심 냉각수탱크를 가압하기 위한 질소가스탱크와; 상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 연결하는 질소공급 파이프라인; 및 상기 비상 노심 냉각수탱크와 상기 원자로 계통을 연결하는 비상 노심 냉각수 주입배관을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템에 있어서,

상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 격리시키기 위해 상기 질소공급 파이프라인에 설치되는 질소가스탱크 격리밸브; 및

상기 비상 노심 냉각수탱크의 압력이 상기 질소가스탱크의 압력보다 높아질 경우 상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 상기 질소가스탱크로의 역류를 방지하여 상기 질소가스탱크의 과압을 방지하기 위해 상기 질소공급 파이프라인에 상기 질소가스탱크 격리밸브와 직렬로 설치되는 질소가스 체크밸브; 를 포함하되,

상기 질소가스 체크밸브가 동작하는 질소가스 압력은, 대형 파단사고 대처용인 경우는 4.3 MPa로 설정되고, 소형 배관 파단사고 대처용인 경우는 10 MPa로 설정되는 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 비상 노심 냉각수탱크와 상기 원자로 계통을 격리하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 설치되는 냉각수탱크 격리밸브; 및

상기 비상 노심 냉각수탱크로의 역류를 방지하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 상기 냉각수탱크 격리밸브와 직렬로 설치되는 냉각수 체크밸브를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 질소가스탱크 격리밸브는, 상기 원자로 계통의 유지 보수 동안에 상기 질소가스탱크를 상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 격리시킬 때는 닫히고, 상기 원자로 계통이 정상 작동되는 동안에는 개방되는 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 비상 노심 냉각수탱크는, 비상 노심 냉각수를 내부에 가득 채우도록 구성됨으로써, 비상 노심 냉각수 자유표면 형성을 방지하여 질소와의 상간 접촉면 형성을 방지하는 것에 의해 운전 대기중 질소 용해를 방지하고, 비상 노심 냉각수 주입 체적을 증가시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

청구항 6

질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템에 있어서,
 서로 다른 각각의 작동압력을 가지는 복수의 질소가스탱크;
 각각의 상기 질소가스탱크와 병렬로 연결된 비상 노심 냉각수탱크;
 각각의 상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 연결하는 질소공급 파이프라인; 및
 상기 비상 노심 냉각수탱크를 원자로 계통에 연결하는 비상 노심 냉각수 주입배관을 포함하여 구성된 것을 특징
 으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,
 각각의 상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 격리시키기 위해 상기 질소공급 파이프라인에 각각의
 상기 질소가스탱크에 대응하도록 설치되는 질소가스탱크 격리밸브;
 상기 비상 노심 냉각수탱크의 압력이 상기 질소가스탱크의 압력보다 높아질 경우 상기 비상 노심 냉각수탱크로
 부터 상기 질소가스탱크로의 역류를 방지하여 상기 질소가스탱크의 과압을 방지하기 위해 상기 질소공급 파이프
 라인의 각각의 상기 질소가스탱크에 대응하도록 상기 질소가스탱크 격리밸브와 직렬로 설치되는 질소가스 체크
 밸브;
 상기 비상 노심 냉각수탱크와 상기 원자로 계통을 격리하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 설치되는
 냉각수탱크 격리밸브; 및
 상기 비상 노심 냉각수탱크로의 역류를 방지하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 상기 냉각수탱크 격리
 밸브와 직렬로 설치되는 냉각수 체크밸브를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전
 주입탱크 시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서,
 각각의 상기 질소가스탱크 격리밸브는, 상기 원자로 계통의 유지 보수 동안에 상기 질소가스탱크를 상기 비상
 노심 냉각수탱크로부터 격리시킬 때는 닫히고, 상기 원자로 계통이 정상 작동되는 동안에는 개방되는 것을 특징
 으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서,
 상기 질소가스탱크는,
 10 MPa의 질소 가스 압력으로 가압된 제 1 질소가스탱크; 및
 4.3 MPa의 질소 가스 압력으로 가압된 제 2 질소가스탱크를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형
 안전주입탱크 시스템.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 비상 노심 냉각수탱크는, 비상 노심 냉각수로 그 내부를 가득 채우도록 구성됨으로써, 비상 노심 냉각수 자유표면 형성을 방지하여 질소와의 상간 접촉면 형성을 방지하는 것에 의해 운전 대기중 질소 용해를 방지하고, 비상 노심 냉각수 주입 체적을 증가시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

청구항 11

안전주입탱크 시스템에 있어서,

제1항 내지 제3항 및 제5항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템을 이용하여, 질소가스의 압력에 의해 비상 노심 냉각수탱크에 저장된 냉각수를 원자로 계통에 주입하는 질소가스 가압형 안전주입계통; 및

고온 증기에 의한 압력에 의해 상기 비상 노심 냉각수탱크에 저장된 냉각수를 상기 원자로 계통에 주입하는 증기 가압형 안전주입계통을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 안전주입탱크 시스템.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 증기 가압형 안전주입계통은,

고온 증기에 의해 상기 비상 노심 냉각수탱크를 가압하여 상기 비상 노심 냉각수탱크에 저장된 냉각수를 상기 원자로 계통에 주입하기 위한 가압기;

상기 가압기와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 연결하는 압력평형관;

상기 가압기와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 격리하기 위해 상기 압력평형관에 설치되는 압력평형관 차단밸브;

상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 상기 가압기로의 역류를 방지하기 위해 상기 압력평형관에 상기 압력평형관 차단밸브와 직렬로 설치되는 압력평형관 체크밸브; 및

상기 압력평형관 차단밸브 및 상기 압력평형관 체크밸브와 병렬로 상기 압력평형관에 설치되는 압력평형관 안전밸브를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 원자로 비상 노심 냉각계통의 고압 안전주입탱크 시스템에 관한 것으로, 더 상세하게는, 질소 가스 및 비상 노심 냉각수를 동일한 탱크에 모두 수용함으로써 작동 대기 동안에 질소 가스가 비상 노심 냉각수에 용해되어 원자로 계통으로 주입되어 열전달을 방해하거나 열교환 자연순환 루프(Loop)의 형성을 방해하는 문제가 있었던 종래의 일체형 안전주입탱크 시스템의 단점을 해결하기 위해, 비상 노심 냉각수탱크와 질소가스탱크를 분리시킨 안전주입탱크 시스템에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명은, 질소가스탱크의 압력을 고압용과 저압용으로 복수화하여, 저압의 대형 배관과단 사고와 고압의 소형 배관과단 사고 원자로 계통 압력환경에 모두 적용 가능한 안전주입탱크 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 일반적으로, 원자력 발전소의 안전주입계통은, 원자로 냉각재 상실사고(LOCA) 사고시 노심에 냉각수를 공급하여 노심의 잔열을 제거하고, 노심의 기하형상을 유지하여 노심의 장기냉각(long-term cooling)이 가능하도록 하기

위한 것이며, 또한, 가압 경수형 원자로에 있어서는, 대형 냉각재 상실사고가 발생할 경우, 재충수 단계까지는 안전주입탱크(또는 축압기)에 의해 충분한 비상 노심 냉각수가 공급되고, 재관수 기간에는 저압 안전주입펌프들에 의해 냉각수가 공급되도록 설계되어 있다.

[0004] 아울러, 예를 들면, 한국 등록특허 제10-0369247호(2003.01.10. 등록)에 개시된 "피동 작동 2단 유량전환 방법 및 장치" 또는 등록특허 제10-0402750호(2003.10.09. 등록)에 개시된 "원자로의 안전주입 시스템"과 같은 기존의 원자로 비상 노심 냉각계의 안전주입탱크 시스템에 있어서는, 일반적으로, 단일의 일체형 안전주입탱크 내에 질소 가스와 비상 노심 냉각수를 함께 수용하여 비상 노심 냉각수의 자유표면에서 냉각수와 질소 가스와 서로 접촉하도록 구성되어 있다.

[0005] 따라서 상기한 바와 같은 종래의 일체형 안전주입탱크 시스템에서는, 이러한 접촉면에서 질소 가스와 물의 지속적인 접촉에 의해 질소 가스가 비상 노심 냉각수에 용해되는 현상이 발생하게 되며, 또한, 이와 같이 비상 노심 냉각수에 용해된 질소 가스는, 비상시 원자로 계통에 주입되어 다시 질소 가스로 상변환 되어 원자로 계통의 열 전달을 방해하거나, 자연냉각 순환 루프(Loop) 형성을 방해하는 문제가 있다.

[0006] 아울러, 예를 들면, 미국특허 US 5,268,943호 및 "Nuclear Engineering and Design" Vol. 186, p279 ~ 301에 개시된 AP600형 노심충수탱크(Core makeup Tank, CMT) 및 NUREG-IA-0134에 개시된 CARR(CP1300)형 노심충수탱크는, 원자로 계통이 고압인 조건에서 고압의 원자로 계통(RCS, 또는 가압기) 압력으로 노심충수탱크를 가압시켜 원자로 충수에 적용하고, 안전주입탱크는 원자로 압력이 저압일 때 비상 노심 냉각수 주입에 적용하고 있으나, 이러한 구성은, 원자로 압력조건이 저압일 때는 노심충수탱크의 단독 주입용량이 원자로 계통에서 필요한 만큼 충분하지 않고, 반대로, 원자로 계통 압력이 고압일 경우 저압의 안전주입탱크가 역압력차로 원자로 계통으로 비상 노심 냉각수 주입이 불가능한 단점이 있는 것이었다.

[0007] 이에 대하여, 예를 들면, 한국 등록특허 제10-1071415호(2011.09.30. 등록)에 개시된 "SBO와 LOCA 대처 피동 고압안전주입탱크 시스템"과 같이, 저압과 고압에서 각각 작동 가능한 혼합형 안전주입탱크가 제시된 바 있으나, 이는, 원자로가 가압되는 사고시에는 원자로 계통의 압력이 안전주입탱크의 작동압력(약 4.3 MPa)보다 더 높기 때문에, 비상 노심 냉각수를 원자로 계통에 주입할 수 없다는 문제가 있다.

[0008] 여기서, 안전주입탱크를 가압시키는 질소의 체적과 압력을 각각 다르게 이원화시켜 단일의 안전주입탱크에 함께 적용하면 이러한 문제점을 해결할 수도 있으나, 아직까지 그러한 요구를 모두 만족시키는 장치나 방법은 제공되지 못하고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점들을 해결하고자 하는 것으로, 따라서 본 발명의 목적은, 비상 노심 냉각수에 질소 가스가 용해되어 원자로 계통으로 유입됨으로써 열 전달을 방해하거나 자연순환 열교환 루프의 형성을 방해하여 원자로 냉각에 심각한 문제를 발생시키며, 저압 사고만 적용 가능하였던 종래의 안전주입탱크 시스템의 단점을 해결하여, 질소 가스의 용해를 방지하는 동시에, 복수의 작동 압력을 보유하여 고압사고나 저압사고 환경에 모두 적용 가능한 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따르면, 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템에 있어

서, 원자로 계통에 비상 노심 냉각수를 공급하기 위한 비상 노심 냉각수탱크; 상기 비상 노심 냉각수탱크에 질소를 공급하여 상기 비상 노심 냉각수탱크를 가압하기 위한 질소가스탱크; 상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 연결하는 질소공급 파이프라인; 및 상기 비상 노심 냉각수탱크와 상기 원자로 계통을 연결하는 비상 노심 냉각수 주입배관을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템이 제공된다.

[0011] 여기서, 상기한 시스템은, 상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 격리시키기 위해 상기 질소공급 파이프라인에 설치되는 질소가스탱크 격리밸브; 상기 비상 노심 냉각수탱크의 압력이 상기 질소가스탱크의 압력보다 높아질 경우 상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 상기 질소가스탱크로의 역류를 방지하여 상기 질소가스탱크의 과압을 방지하기 위해 상기 질소공급 파이프라인에 상기 질소가스탱크 격리밸브와 직렬로 설치되는 질소가스 체크밸브; 상기 비상 노심 냉각수탱크와 상기 원자로 계통을 격리하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 설치되는 냉각수탱크 격리밸브; 및 상기 비상 노심 냉각수탱크로의 역류를 방지하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 상기 냉각수탱크 격리밸브와 직렬로 설치되는 냉각수 체크밸브를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 질소가스탱크 격리밸브는, 상기 원자로 계통의 유지 보수 동안에 상기 질소가스탱크를 상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 격리시킬 때는 닫히고, 상기 원자로 계통이 정상 작동되는 동안에는 개방되는 것으로 한다.

[0013] 아울러, 상기 질소가스 체크밸브가 동작하는 질소가스 압력은, 대형 파단사고 대처용인 경우는 4.3 MPa로 설정되고, 소형 배관 파단사고 대처용인 경우는 10 MPa로 설정되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 더욱이, 상기 비상 노심 냉각수탱크는, 비상 노심 냉각수를 내부에 가득 채우도록 구성됨으로써, 비상 노심 냉각수 자유표면 형성을 방지하여 질소와의 상간 접촉면 형성을 방지하는 것에 의해 운전 대기중 질소 용해를 방지하고, 비상 노심 냉각수 주입 체적을 증가시키도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명에 따르면, 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템에 있어서, 서로 다른 각각의 작동압력을 가지는 복수의 질소가스탱크; 각각의 상기 질소가스탱크와 병렬로 연결된 비상 노심 냉각수탱크; 각각의 상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 연결하는 질소공급 파이프라인; 및 상기 비상 노심 냉각수탱크를 원자로 계통에 연결하는 비상 노심 냉각수 주입배관을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템이 제공된다.

[0016] 여기서, 상기한 시스템은, 각각의 상기 질소가스탱크와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 격리시키기 위해 상기 질소공급 파이프라인에 각각의 상기 질소가스탱크에 대응하도록 설치되는 질소가스탱크 격리밸브; 상기 비상 노심 냉각수탱크의 압력이 상기 질소가스탱크의 압력보다 높아질 경우 상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 상기 질소가스탱크로의 역류를 방지하여 상기 질소가스탱크의 과압을 방지하기 위해 상기 질소공급 파이프라인에 각각의 상기 질소가스탱크에 대응하도록 상기 질소가스탱크 격리밸브와 직렬로 설치되는 질소가스 체크밸브; 상기 비상 노심 냉각수탱크와 상기 원자로 계통을 격리하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 설치되는 냉각수탱크 격리밸브; 및 상기 비상 노심 냉각수탱크로의 역류를 방지하기 위해 상기 비상 노심 냉각수 주입배관에 상기 냉각수탱크 격리밸브와 직렬로 설치되는 냉각수 체크밸브를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 각각의 상기 질소가스탱크 격리밸브는, 상기 원자로 계통의 유지 보수 동안에 상기 질소가스탱크를 상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 격리시킬 때는 닫히고, 상기 원자로 계통이 정상 작동되는 동안에는 개방되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 아울러, 상기 질소가스탱크는, 10 MPa의 질소 가스 압력으로 가압된 제 1 질소가스탱크; 및 4.3 MPa의 질소 가스 압력으로 가압된 제 2 질소가스탱크를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 더욱이, 상기 비상 노심 냉각수탱크는, 비상 노심 냉각수로 그 내부를 가득 채우도록 구성됨으로써, 비상 노심 냉각수 자유표면 형성을 방지하여 질소와의 상간 접촉면 형성을 방지하는 것에 의해 운전 대기중 질소 용해를 방지하고, 비상 노심 냉각수 주입 체적을 증가시키도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명에 따르면, 안전주입탱크 시스템에 있어서, 상기에 기재된 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템들 중 하나를 이용하여, 질소가스의 압력에 의해 비상 노심 냉각수탱크에 저장된 냉각수를 원자로 계통에 주입하는 질소가스 가압형 안전주입계통; 및 고온 증기에 의한 압력에 의해 상기 비상 노심 냉각수탱크에 저장된 냉각수를 상기 원자로 계통에 주입하는 증기 가압형 안전주입계통을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 안전주입탱크 시스템이 제공된다.

[0021] 여기서, 상기 증기 가압형 안전주입계통은, 고온 증기에 의해 상기 비상 노심 냉각수탱크를 가압하여 상기 비상 노심 냉각수탱크에 저장된 냉각수를 상기 원자로 계통에 주입하기 위한 가압기; 상기 가압기와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 연결하는 압력평형관; 상기 가압기와 상기 비상 노심 냉각수탱크를 격리하기 위해 상기 압력평형관에 설치되는 압력평형관 차단밸브; 상기 비상 노심 냉각수탱크로부터 상기 가압기로의 역류를 방지하기 위해 상기 압력평형관에 상기 압력평형관 차단밸브와 직렬로 설치되는 압력평형관 체크밸브; 및 상기 압력평형관 차단밸브 및 상기 압력평형관 체크밸브와 병렬로 상기 압력평형관에 설치되는 압력평형관 안전밸브를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 운전 대기중 질소 가스의 용해 현상을 방지할 수 있는 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템이 제공됨으로써, 용해된 질소 가스가 원자로 계통으로 유입되어 원자로 계통의 열전달을 방해하고 자연 순환을 방해하는 종래의 질소 가스와 비상 노심 냉각수를 동시에 수용한 일체형 안전주입탱크의 문제점을 해결할 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 비상 노심 냉각수탱크를 질소로부터 완전 분리시킨 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템이 제공됨으로써, 가압기의 고온 증기 등으로 비상 노심 냉각수탱크를 질소 용해 현상 없이 가압시킬 수 있으므로 고압사고나 저압사고 환경 모두에서 비상 노심 냉각수의 주입이 가능한 혼합형 안전주입 탱크 시스템(Hybrid SIT)이나, 고압 노심 충수탱크(CMT)를 통합한 보다 단순화되고 비상 노심 냉각수 주입 체적이 증가된 안전계통의 구성이 가능해 진다.

[0024] 아울러, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 비상 노심 냉각수탱크를 질소로부터 완전 분리시킨 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템이 제공됨으로써, 종래의 질소 가스와 비상 노심 냉각수 일체형 안전주입탱크의 질소 체적을 비상 노심 냉각수로 충수시킬 수 있으므로 비상 노심 냉각수 체적을 약 2배로 증가시킬 수 있으며, 이와 같이 비상 노심 냉각수 주입량을 증가시킴으로써 원자로 계통의 비상냉각 능력을 향상시킬 수 있다.

[0025] 더욱이, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 비상 노심 냉각수탱크를 질소로부터 완전 분리시킨 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템이 제공됨으로써, 분리형 질소가스탱크의 압력을 각각 다르게 설정하여 비상 노심 냉각수탱크에 연결하는 것에 의해 고압에서 저압까지의 다양한 원자로 계통 사고의

특성에 적합하게 안전주입탱크의 운전이 가능하다.

[0026] 즉, 본 발명에 따르면, 압력이 각각 다른 질소가스탱크를 비상 노심 냉각수탱크에 병렬로 부착하여 고압과 저압에서 각각 작동이 가능한 안전주입탱크 시스템의 구현이 가능하므로, 단일 질소 가스 압력으로 가압시켜 운용함으로써 저압 원자로 계통 사고에만 특성화되어 설계되는 종래의 안전주입탱크의 단점을 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종 본 발명의 제 1 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템의 전체적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템의 전체적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 3은 종래의 안전주입탱크와 도 2에 나타난 본 발명의 제 2 실시예에 따른 안전주입탱크의 비상 노심 냉각수 주입특성을 각각 나타내는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템의 전체적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템의 전체적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템의 상세한 내용에 대하여 설명한다.

[0029] 여기서, 이하에 설명하는 내용은 본 발명을 실시하기 위한 실시예일 뿐이며, 본 발명은 이하에 설명하는 실시예의 내용으로만 한정되는 것은 아니라는 사실에 유념해야 한다.

[0030] 즉, 본 발명은, 후술하는 바와 같이, 질소 가스 용해현상이 발생하여 용해된 질소 가스가 원자로계통으로 유입됨으로써 열전달 및 자연순환이 방해되었던 종래의 비상 노심 냉각수와 질소 가스를 단일 용기에 함께 수용하는 일체형 안전주입탱크 시스템의 문제점을 해결하기 위하여, 질소가스탱크와 비상 노심 냉각수탱크를 각각 분리하고, 두 개의 탱크를 배관으로 연결하여 운전 대기중 종래의 안전주입탱크 내부의 자유표면에서 비상 노심 냉각수와 질소 가스의 상간 접촉을 원천적으로 배제시킨 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템에 관한 것이다.

[0031] 또한, 본 발명은, 후술하는 바와 같이, 분리된 질소가스탱크의 압력을 저압 대형 배관 파단사고와 고압 소형 배관 파단사고에 각각 적용 가능하도록, 질소 가스의 체적과 초기압력 설정을 각각 다르게 적용하여 고압 및 저압의 원자로 사고에 모두 폭 넓게 적용 가능한 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템에 관한 것이다.

[0032] 이를 위해, 본 발명에 따르면, 종래의 비상 노심 냉각수와 질소 가스를 동시에 수용한 일체형 안전주입탱크 대신에, 질소가스탱크와 비상 노심 냉각수가 가득 수용된 물탱크로 각각 분리하고 각각의 탱크를 파이프를 연결하여, 운전 대기중 비상 노심 냉각수 자유표면의 질소 가스 상간 접촉을 원천적으로 차단한 안전주입탱크 시스템이 제공된다.

- [0033] 더 상세하게는, 본 발명의 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템은, 후술하는 바와 같이, 질소 탱크와 비상 노심 냉각수탱크를 각각 분리하고 각각의 탱크를 질소 가스 주입 파이프로 연결시킨 다음, 질소 가스 주입파이프에는 격리밸브와 체크밸브를 설치하여, 원자로나 정상 작동하는 상태에서는 격리밸브의 개방상태를 유지하여 질소탱크 압력과 비상 노심 냉각수탱크의 압력을 동일하게 유지하며, 운전보수를 위해 질소탱크를 격리시킬 수도 있도록 구성되고, 또한, 역류방지용 체크밸브를 장착하여 비상 노심 냉각수가 질소탱크로 역류하는 것을 방지하도록 구성된다.
- [0034] 아울러, 본 발명의 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템에 따르면, 종래 기술의 안전주입탱크 질소 가스 체적을 비상 노심 냉각수로 완전히 채우면 비상 노심 냉각수 주입 체적이 종래의 안전주입탱크 시스템의 약 2 배가 되며, 운전대기중 비상 노심 냉각수와 질소 가스가 안전주입탱크 내에서 서로 반응할 수 있는 비상 노심 냉각수 자유표면과 반응 공간을 모두 제거시킬 수 있다.
- [0035] 더욱이, 질소 가스는 비상 노심 냉각수탱크의 작동시에만 비상 노심 냉각수탱크로 주입되며, 비상 노심 냉각수 탱크의 압력이 질소가스탱크 압력보다 높은 역압력구배 상태에서는 체크밸브가 작동하여 질소 가스가 비상 노심 냉각수탱크로 주입되지 않도록 구성된다.
- [0036] 따라서 본 발명에 따르면, 질소 탱크를 분리하여 비상 노심 냉각수탱크를 저압에서 고압으로 가압시키기 위해 주입하는 가압기의 고온 증기나 원자로 계통의 고온수에 의해 질소 가스가 용해되는 현상을 원천적으로 차단함으로써, 용해된 질소 가스가 원자로 계통으로 유입되어 발생하는 열전달 저해현상과 자연순환 루프(Loop) 정지 현상이 미연에 방지될 수 있다.
- [0037] 아울러, 본 발명을 혼합형 안전주입계통에 적용하면, 고압의 10 MPa 급 노심충수탱크(종래의 CMT)와 저압의 4.3 MPa급 안전주입탱크의 기능을 동시에 보유하도록 구성할 수 있다.
- [0038] 계속해서, 도면을 참조하여, 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템의 구체적인 실시예에 대하여 상세히 설명한다.
- [0039] 먼저, 도 1을 참조하면, 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템(40)의 전체적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0040] 즉, 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템(40)은, 종래의 질소 가압형 안전주입탱크를 질소가스탱크(41)와 비상 노심 냉각수가 가득 찬 비상 노심 냉각수탱크(42)로 각각 분리시킨 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 것이다.
- [0041] 여기서, 비상 노심 냉각수탱크를 비상 노심 냉각수로 가득 채우는 이유는, 비상 노심 냉각수 자유표면 형성을 방지하여 질소와의 상간 접촉면 형성을 방지함으로써 운전 대기중 질소 용해를 방지하고, 또한, 비상 노심 냉각수 주입 체적을 약 2 배로 증가시킬 수 있게 하기 위함이다.
- [0042] 아울러, 질소가스탱크(41)는 질소가스탱크 격리밸브(43) 및 질소가스 체크밸브(44)가 설치된 질소공급 파이프라인(45)을 통하여 비상 노심 냉각수탱크(42)와 연결되며, 비상 노심 냉각수탱크(42)는 냉각수탱크 격리밸브(46) 및 냉각수 체크밸브(47)가 설치된 비상 노심 냉각수 주입배관(48)을 통하여 원자로 계통(49)에 연결된다.

- [0043] 여기서, 질소공급 파이프라인(45)의 질소가스탱크 격리밸브(43)는, 유지 보수 동안에 질소가스탱크(41)를 비상 노심 냉각수탱크(42)로부터 격리시킬 때는 닫아주고, 원자로가 정상 작동되는 동안에는 개방시킨다.
- [0044] 또한, 질소가스 체크밸브(44)는, 비상 노심 냉각수탱크(42)로부터 질소탱크(41)로의 역류를 방지하는 것으로, 즉, 비상 노심 냉각수탱크(42)의 압력이 질소 가스탱크(41) 압력보다 높아질 경우에 역류를 차단하여 질소 가스탱크(41)의 과압을 방지한다.
- [0045] 이때, 체크밸브(44)가 동작하는 질소 가스 압력은, 대형 파단사고 대처용인 경우는 4.3 MPa으로 구성하거나, 또는, 소형 배관 파단사고 대처용인 경우는 약 10 MPa로 구성할 수 있다.
- [0046] 아울러, 상기한 냉각수탱크 격리밸브(46) 및 냉각수 체크밸브(47) 또한, 마찬가지로 비상 노심 냉각수탱크(42)와 원자로 계통(49)을 필요에 따라 격리하고 역류를 방지하기 위한 것이다.
- [0047] 또한, 상기한 바와 같은 제 1 실시예의 구성에 있어서, 예를 들면, 10 MPa로 주입이 이루어지도록 설정하면, 기존의 고압 안전주입펌프를 대체할 수 있는 설계가 가능하게 되며, 이러한 경우, 원자로 냉각계통은, 구동펌프 없이 압력차에 의해 주입되는 완전 피동 주입계통으로만 구성이 가능하다.
- [0048] 여기서, 상기한 바와 같은 제 1 실시예의 구성은 고압 또는 저압의 작동압력을 선택하여 정해진 압력 하에서만 동작하도록 구성된 것이나, 작동 압력이 고압과 저압에서 모두 작동되도록 구성하고자 하는 경우는, 이하에 설명하는 바와 같이, 각각의 작동압력으로 가압된 복수의 질소 가스탱크를 단일의 비상 노심 냉각수탱크에 각각 연결하여 구성한다.
- [0049] 즉, 도 2를 참조하면, 도 2는 본 발명의 제 2 실시예로서, 서로 다른 각각의 작동압력으로 가압된 복수의 질소 가스탱크를 단일의 비상 노심 냉각수탱크에 연결하여 고압과 저압에서 모두 작동되도록 구성된 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템(50)의 전체적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0050] 또한, 이하의 설명에서, 상기한 제 1 실시예와 동일한 부분에 대하여는, 설명을 간략히 하기 위해 그 상세한 설명은 생략하고, 다른 부분에 대하여만 설명한다.
- [0051] 더 상세하게는, 도 2에 나타난 바와 같이, 고압과 저압에서 모두 작동되도록 구성된 본 발명의 제 2 실시예에 따른 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템(50)은, 압력이 서로 다른 복수의 질소가스탱크(51, 52)를 각각 비상 노심 냉각수탱크(53)에 병렬로 연결한 구성으로서, 본 실시예에서는, 4.3 MPa과 10 MPa에서 각각 비상 노심 냉각수탱크(53)가 작동하도록 구성된 구성예를 나타내고 있다.
- [0052] 여기서, 각각의 질소가스탱크(51, 52)는, 도 1에 나타난 제 1 실시예의 경우와 마찬가지로, 질소가스탱크 격리밸브(54)와 질소가스 체크밸브(55)가 각각 설치된 질소공급 파이프라인(56)을 통하여 각각 비상 노심 냉각수탱크(53)와 연결되며, 또한, 비상 노심 냉각수탱크(53)는, 냉각수탱크 격리밸브(57) 및 냉각수 체크밸브(58)가 설치된 비상 노심 냉각수 주입배관(59)을 통하여 원자로 계통(60)에 연결된다.
- [0053] 여기서, 질소공급 파이프라인(56)의 질소가스탱크 격리밸브(54)는, 유지 보수 동안에 질소가스탱크(51, 52)를 비상 노심 냉각수탱크(53)로부터 격리시킬 때는 닫아주고, 원자로가 정상 작동되는 동안에는 개방시킨다.

- [0054] 또한, 질소가스 체크밸브(55)는, 비상 노심 냉각수탱크(53)로부터 질소탱크(51, 52)로의 역류를 방지하는 것으로, 즉, 비상 노심 냉각수탱크(53)의 압력이 질소 가스탱크(51, 52) 압력보다 높아질 경우에 역류를 차단하여 질소 가스탱크(51, 52)의 과압을 방지한다.
- [0055] 이때, 각각의 체크밸브(55)가 동작하는 질소 가스 압력은, 도 2에 나타난 바와 같이, 질소가스탱크(51) 측은 10 MPa, 질소가스탱크(52) 측은 4Mpa로 각각 설정한다.
- [0056] 아울러, 상기한 냉각수탱크 격리밸브(57) 및 냉각수 체크밸브(58) 또한, 마찬가지로 비상 노심 냉각수탱크(53)와 원자로 계통(60)을 필요에 따라 격리하고 역류를 방지하기 위한 것이다.
- [0057] 따라서 도 2에 나타난 바와 같이, 서로 다른 작동 압력으로 설정된 질소가스탱크(51, 52)를 비상 노심 냉각수탱크(53)에 병렬로 연결함으로써 저압과 고압에서 모두 작동 가능한 시스템을 구현할 수 있으며, 이때, 질소가스탱크(51, 52)의 설정압력을 10 MPa와 4.3 MPa로 각각 설정하면, 10 MPa부터 4.3 MPa의 작동압력으로 주입되는 비상노심 냉각시스템을 구성할 수 있다.
- [0058] 또한, 도 3을 참조하면, 도 3은 도 2에 나타난 구성에 있어서, 비상 노심 냉각수탱크(53)의 주입특성을 나타내는 그래프이다.
- [0059] 즉, 도 3에 나타난 바와 같이, 고압 안전주입 펌프 헤드(약 10 MPa)에 해당하는 고압 질소가스탱크(51)와, 종래의 안전주입탱크 압력(약 4.3 MPa)의 질소가스탱크(52)를 비상 노심 냉각수탱크(53)에 병렬로 연결하여, 고압(약 10MPa)과 저압(약 4.3 MPa)에서 각각 작동되는 안전주입탱크 시스템의 구현이 가능하다.
- [0060] 다음으로, 도 4 및 도 5를 참조하여, 본 발명에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템의 제 3 및 제 4 실시예에 대하여 설명한다.
- [0061] 즉, 본 발명의 제 3 및 제 4 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템(70, 80)은, 상기한 제 1 및 제 2 실시예의 구성에 가압기(pressurizer, PZR)(71, 81)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- [0062] 여기서, 이하의 설명에서는, 설명을 간략히 하기 위해, 상기한 제 1 및 제 2 실시예와 동일한 부분은 동일한 번호로 나타내어 그 상세한 설명은 생략하고, 다른 점만 설명한다.
- [0063] 더 상세하게는, 먼저, 도 4를 참조하면, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전주입탱크 시스템(70)은, 상기한 제 1 실시예의 구성에 더하여, 고온 증기에 의한 압력에 의해 비상 노심 냉각수탱크(42)에 저장된 냉각수를 원자로 계통(47)에 주입하기 위한 가압기(71)와, 가압기(71)와 비상 노심 냉각수탱크(42)를 연결하는 압력평형관(72)과, 비상 노심 냉각수탱크(42)와 가압기(71)를 격리하기 위해 압력평형관(72)에 설치되는 압력평형관 격리밸브(73)와, 비상 노심 냉각수탱크(42)로부터 가압기(71)로의 역류를 방지하기 위해 압력 평형관 격리밸브(73)와 직렬로 압력 평형관(72)에 설치되는 압력평형관 체크밸브(74)와, 비상 노심 냉각수탱크(42)와 가압기(71)를 격리하기 위해 압력평형관 격리밸브(73) 및 압력평형관 체크밸브(74)와 병렬로 압력 평형관(72)에 설치되는 압력평형관 안전밸브(75)를 포함하여 구성되어 있다.
- [0064] 또한, 도 5를 참조하면, 본 발명의 제 4 실시예에 따른 분리된 질소탱크로 가압되는 질소가스탱크 분리형 안전

주입탱크 시스템(80)은, 상기한 제 2 실시예의 구성에 더하여, 고온 증기에 의한 압력에 의해 비상 노심 냉각수 탱크(53)에 저장된 냉각수를 원자로 계통(60)에 주입하기 위한 가압기(81)와, 가압기(81)와 비상 노심 냉각수 탱크(53)를 연결하는 압력평형관(82)과, 비상 노심 냉각수 탱크(53)와 가압기(81)를 격리하기 위해 압력평형관(82)에 설치되는 압력평형관 격리밸브(83)와, 비상 노심 냉각수 탱크(53)로부터 가압기(81)로의 역류를 방지하기 위해 압력 평형관 격리밸브(83)와 직렬로 압력 평형관(82)에 설치되는 압력평형관 체크밸브(84)와, 비상 노심 냉각수 탱크(53)와 가압기(81)를 격리하기 위해 압력평형관 격리밸브(83) 및 압력평형관 체크밸브(84)와 병렬로 압력 평형관(82)에 설치되는 압력평형관 안전밸브(85)를 포함하여 구성되어 있다.

[0065] 즉, 더 상세하게는, 도 4 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 가압기(71, 81)는 내부에 고압수증기가 수용되어 있으며, 압력 평형관(72, 82)을 통해 안전주입탱크(42, 53)의 상부와 가압기(71, 81)의 상부가 연결되어 고압의 가압기(71, 81)와 저압의 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)가 압력평형이 되도록 구성된다.

[0066] 즉, 저압 작동 환경하에서는 질소가스 탱크(41, 51, 52)에 충전된 질소가스의 압력으로 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53) 내의 비상 노심 냉각수가 원자로 계통(49, 60)에 주입되며, 원자로 계통(49, 60)의 압력이 미리 설정된 임계치 이상으로 올라가는 고압 작동 환경하에서는, 압력 평형관(72, 82)에 설치된 압력 평형관 격리밸브(73, 83)를 개방하여 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)가 고압으로 변경되도록 함으로써, 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53) 내의 비상 노심 냉각수가 고압의 원자로 계통(49, 60)에 주입된다.

[0067] 여기서, 상기한 압력 평형관 격리밸브(73, 83)는, 예를 들면, 모터 구동밸브 또는 운전원에 의한 개폐가 가능한 POSRV(Pilot Operated Safety and Relief Valve)를 이용 가능하며, 이때, 전원이 모두 차단된 전원 완전상실 사고시에 대비하기 위해 종래에는 별도의 배터리 전원으로 밸브를 개폐하였으나, 이러한 종래기술의 구성은 최소 36시간에서 72 시간 이상의 작동이 보장되는 별도의 전용 배터리를 반드시 설치해야 하는 불편함에 더하여, 그러한 배터리를 항상 사용가능한 상태로 유지 및 관리하여야 하는 번거로움이 있는 것이었다.

[0068] 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위해 본 발명은, 기존의 구성과 같이 별도의 전용 배터리를 설치하는 대신에, 도 4 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 별도의 전원이나 구동이 필요 없이 압력에 의해 개방되는 압력 평형관 안전밸브(75, 85)를 압력 평형관 차단밸브(73, 83)와 병렬로 설치함으로써, 배터리 설치의 불편 및 배터리 유지 관리의 번거로움을 모두 해소하는 동시에, 전원 완전상실 사고시에도 확실한 작동이 보장되도록 구성된다.

[0069] 즉, 상기한 바와 같이, 압력에 의해 작동되는 압력 평형관 안전밸브(75, 85)를 설치함으로써, 사고가 발생하여 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)와 가압기(71, 81) 사이의 압력이 미리 정해진 압력 평형관 안전밸브(75, 85)의 설정압력을 초과하여 상승하면, 압력에 의해 압력 평형관 안전밸브(75, 85)가 자동으로 개방되어 고압의 가압기(71, 81)와 저압의 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)가 압력평형이 되도록 한다.

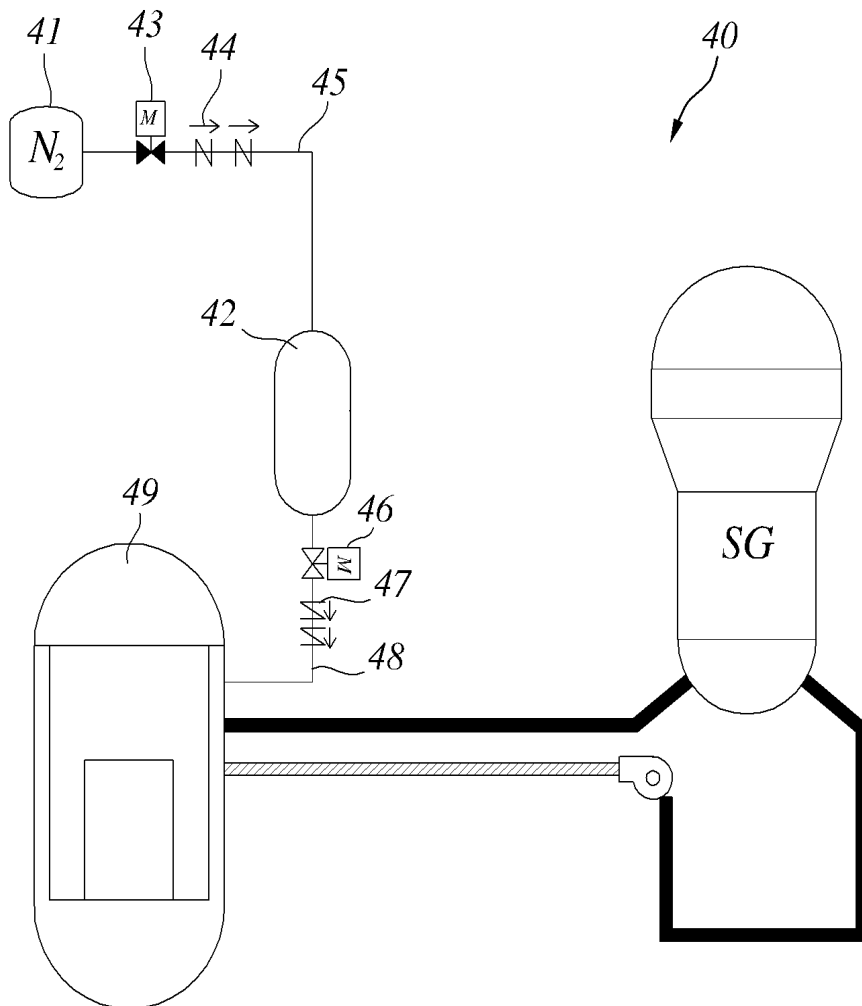
[0070] 아울러, 상기한 바와 같이 미리 설정된 압력을 초과하면 압력 평형관 안전밸브(75, 85)가 자동으로 개방됨으로써, 저압상태인 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)로 가압기(71, 81)의 고압증기가 주입되어 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)를 가압하는 것에 의해 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)가 고압으로 변경되고, 내부의 비상 노심 냉각수가 고압의 원자로 계통(49, 60)에 주입될 수 있게 된다.

[0071] 따라서 상기한 바와 같은 본 발명의 제 3 및 제 4 실시예에 따른 분리된 질소 탱크로 가압되는 질소가스 탱크 분리형 안전주입탱크 시스템(70, 80)에 따르면, 가압기(71, 81), 압력평형관 차단밸브(73, 83) 및 압력평형관 안전밸브(74, 84)를 더 포함하여 구성됨으로써, 질소 탱크(41, 51, 52)의 질소 압력과 가압기(71, 81)의 증기 압력의 2중 구조로 비상 노심 냉각수 탱크(42, 53)에 저장된 냉각수를 원자로 계통(49, 60)에 주입할 수 있게 된다.

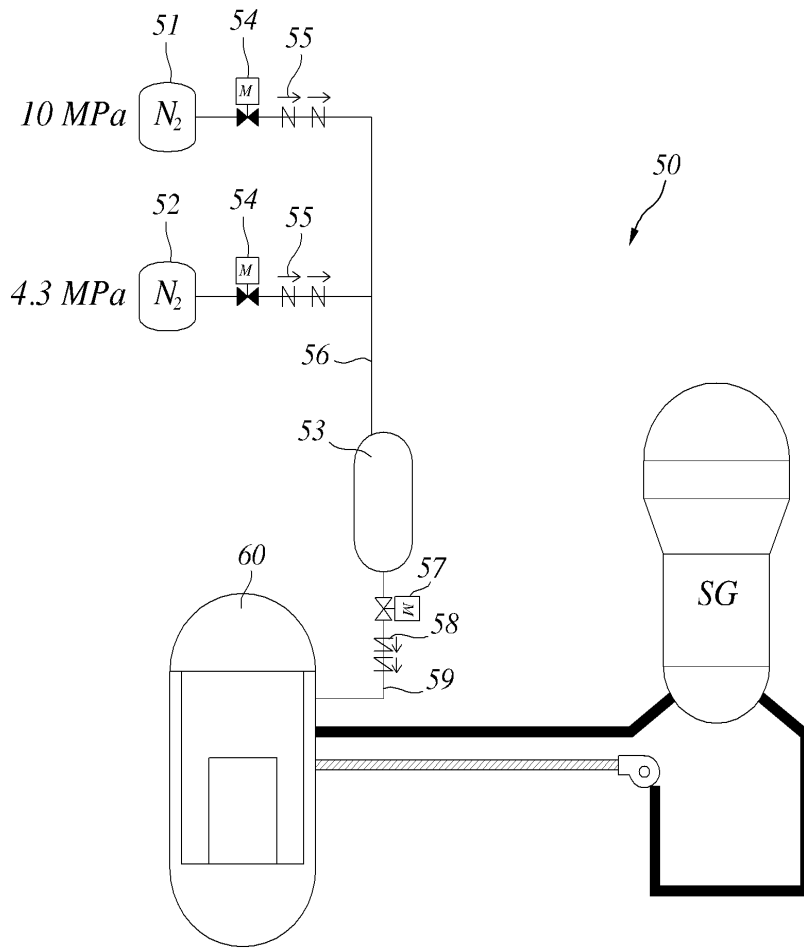
- 50. 안전주입탱크 시스템
- 51. 질소가스탱크(고압)
- 52. 질소가스탱크(저압)
- 54. 질소가스탱크 격리밸브
- 56. 질소공급 파이프라인
- 58. 냉각수 체크밸브
- 60. 원자로 계통
- 72. 압력평형관
- 74. 압력평형관 체크밸브
- 81. 가압기
- 83. 압력평형관 차단밸브
- 85. 압력평형관 안전밸브
- 53. 비상 노심 냉각수탱크
- 55. 질소가스 체크밸브
- 57. 냉각수탱크 격리밸브
- 59. 비상 노심 냉각수 주입배관
- 71. 가압기
- 73. 압력평형관 차단밸브
- 75. 압력평형관 안전밸브
- 82. 압력평형관
- 84. 압력평형관 체크밸브

도면

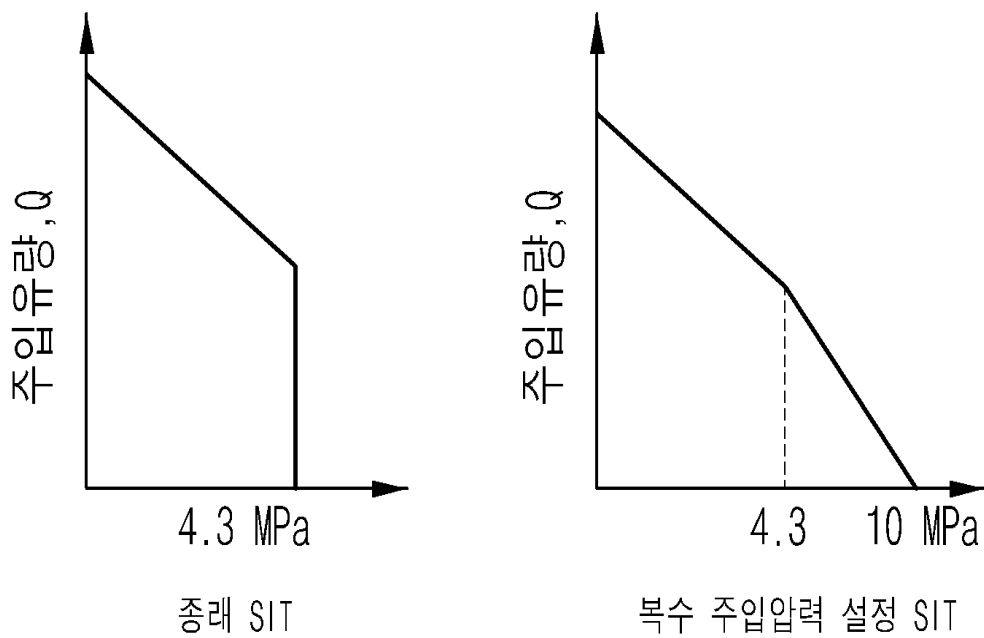
도면1



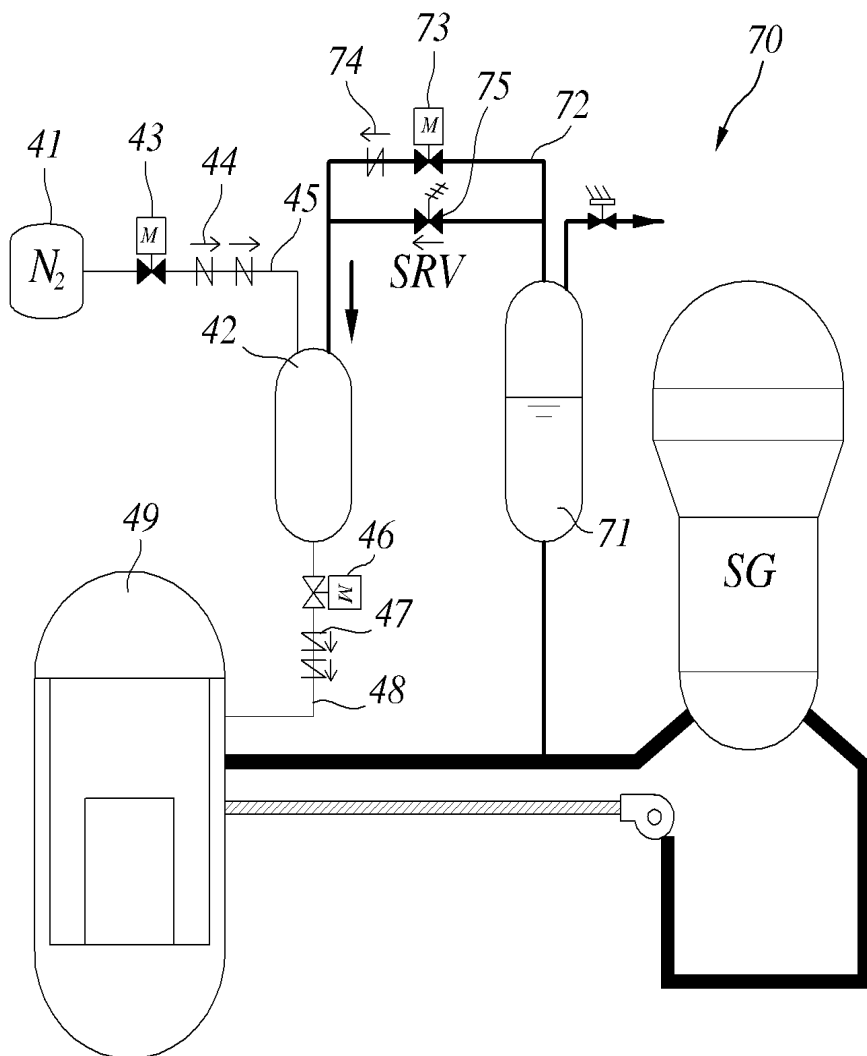
도면2



도면3



도면4



도면5

