

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G21C 15/18 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년05월03일 10-0575480 2006년04월25일
-----------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------

(21) 출원번호	10-2003-0060610	(65) 공개번호	10-2005-0022414
(22) 출원일자	2003년08월30일	(43) 공개일자	2005년03월08일

(73) 특허권자 한국원자력연구소
 대전 유성구 덕진동 150번지

(72) 발명자 권태순
 대전광역시서구정림동우성아파트127-101호

 주인철
 대전광역시유성구도룡동공동관리아파트9-105호

 송철화
 대전광역시서구둔산1동크로바아파트117-305호

 김희동
 대전광역시유성구어은동한빛아파트132동603호

(74) 대리인 이원희

심사관 : 김용훈

(54) 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한비상노심냉각계통

요약

본 발명은 가압 경수로형 원자로의 강수부에 비상노심냉각수를 직접주입(Direct Vessel Injection : DVI)하는 방식의 비상노심냉각계통(Emergency Core Cooling System : ECCS)에서 발생하는 비상노심냉각수 우회방지기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 원자로 용기 벽면과 노심 배럴 벽면에 복수의 요철형 그루브를 부착하여 이로부터 정체 와류를 발생시킴으로써 비상노심냉각수를 포집하여 직접 우회를 방지하는 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계통에 관한 것이다.

본 발명의 비상노심냉각계통은 비상노심냉각수를 원자로 용기에 직접주입하는 방식의 가압경수로형 원자로에 있어서, 노심배럴(2) 외주면과 강수부(8) 내부의 원자로용기(1) 내벽면에 각각 직사각형 단면의 폐쇄형 그루브(3,5)를 수직방향으로 설치하여, 상기 폐쇄형 그루브(3,5)의 상부 단면 내부로는 비상노심냉각수의 수막으로부터 직접 유입된 냉각수를 강수부(8) 하부로 배출시키며, 상기 폐쇄형 그루브(3,5)들 사이의 공동에 개방형 그루브(3',5')를 이차적으로 형성하여 횡 방향 증기 유동에 의해 정체 와류를 발생시킴으로써 수막이나 입자 상태의 냉각수를 정체시켜 증기유동으로부터 포집한 후 강수부(8) 하부로 배출시키는 복합구조로 되어 있는 것을 특징으로 한다.

따라서, 본 발명에 따르면, 복합형 비상노심냉각수 강수부 하부 침투 증대형 그루브를 이용하여 보다 많은 비상노심냉각수를 노심 냉각에 기여하도록 함으로써 최대 핵연료 피복재 온도를 저하시키고, 재관수 노심 재가열을 방지하며, 강수부 하부의 과냉각도를 증대시켜 강수부 비등을 방지할 수 있게 된다.

대표도

도 1

색인어

그루브형 노심배럴 실린더, 그루브형 원자로용기, 비상노심냉각수 직접우회방지, 폐쇄형 그루브, 개방형 그루브, 비상노심냉각수 포집 정체와류

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 비상안전주입수 우회방지용 그루브가 설치된 가압 경수로형 원자로의 개략 평단면도 및 종단면도.

도 2는 도 1에 도시된 그루브의 설치 높이를 개략적으로 나타내는 종단면도.

도 3은 도 1에 도시된 강수부에서의 그루브 설치비율을 개략적으로 도시하는 부분 절결 평단면도.

도 4는 도 3에 도시된 강수부에서의 폐쇄형 그루브와 개방형 그루브의 정체와류의 냉각수 입자 포집 개념을 개략적으로 도시하는 부분 절결 평단면도.

도 5는 저온관 파단사고시 원자로 용기 강수부에서의 원자로 용기 내벽면과 노심배럴 외벽면에 부착된 사각 그루브의 냉각수 유동과 정체 와류에 의한 냉각수 포집 상태를 개념적으로 도시한 도면.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 1: 원자로 압력용기 2: 노심 배럴
- 3: 노심배럴 벽면 부착 사각 그루브 4: 직접주입노즐
- 5: 원자로 압력용기 벽면 부착 사각 그루브 6: 고온관
- 7: 저온관 8: 강수부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 가압 경수로형 원자로의 강수부에 비상노심냉각수를 직접주입(Direct Vessel Injection : DVI)하는 방식의 비상노심냉각계통(Emergency Core Cooling System : ECCS)에서 발생하는 비상노심냉각수 우회방지기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 저온관(Cold Leg)이 완전히 절단되는 대형 저온관 파단사고시, 노심을 냉각시키기 위하여 원자로 용기 강수부에 주입된 비상노심냉각수가 노심을 냉각시키는 데 기여하지 못하고, 파단저온관 부위로 배출되는 고속의 횡 방향 증기유동에 이끌려 함께 배출되는 현상을 차단하기 위해 강수부 내부인 원자로 용기 벽면과 노심 배럴 벽면에 복수의 요철형 그루브를 만들고 이로부터 정체 와류를 발생시킴으로써 비상노심냉각수를 포집하여 직접 우회를 방지하는 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계통에 관한 것이다.

대형 저온관 파단사고시 고속 횡 방향 증기유동에 휩쓸려 파단부로 함께 직접 배출되는 비상노심냉각수 우회 배출 현상을 방지하는 한 방법으로 직접주입노즐로부터 강수부 하부나 노심의 하부까지 비상노심냉각수 주입관을 연장시키는 방식이 1980.2.5일자 미국 특허 제4,187,147호에 제안된 바 있다. 이 방법에 따르면 직접주입노즐로부터 주입된 비상노심냉각수를 강수부 내부에서 고속 횡 증기 유동으로부터 격리된 주입연장관 내부로 흐르게 함으로써 우회 배출을 방지할 수는 있으나, 저온관 증기에 딸려 나가는 원자로 용기 내부의 냉각수 배출까지 억제 할 수는 없다. 또한, 직접주입배관 파단사고시에는 주입 연장관의 출구가 반대로 파단류의 흡입구로 변하게 되는 입출구 역전현상이 발생하여 원자로 용기내의 냉각수 수위를 연장 주입관 하부까지 현저하게 저하시키고, 노심이 과열되어 안전허용 기준을 초과하는 심각한 기술적 문제를 유발시킨다. 결과적으로, 직접주입노즐을 강수부 하부나 노심하부까지 단순하게 연장시키는 종래의 직접주입 연장관 방식은 직접주입배관 파단사고시에는 적용이 불가능하여 원자력 법규상 허용될 수 없는 구조이다. 이 기술은 좁은 강수부 내부에 직경이 큰 파이프나 덕트를 삽입함으로써 원자로의 조립간섭을 피하기도 어려운 구조적인 문제점이 있다.

이와 같이 단순 직접 주입 연장관 방식에서의 "비상노심냉각수 직접주입 연장관 입-출구 역전현상"을 방지할 목적으로 비상노심냉각수 주입유동과 파단유동의 유동유발 모멘트에 의해 피동형으로 개폐되는 판을 직접 주입 연장관 내부에 부착한 개량된 방식이 2003.3.18일자 대한민국 특허출원 제2003-16916호로 제안된 바 있다. 그러나, 구조가 다소 복잡하고 원자로 조립 간섭을 고려해야 하는 기술적 문제는 여전히 갖고 있다.

본 발명과 가장 유사한 종래의 기술로는 최근 본 발명자가 특허 출원하여 심사중인 "비상노심냉각수 유동전환 그루브를 구비한 가압 경수로형 원자로"(특허출원 제2003-22109호, 출원일 2003.04.18)가 있다. 이 특허는 삼각 요철형 그루브를 직접주입노즐 상단부터 강수부 하부까지 설치하는 방식으로, 그루브의 최상단에서 비상노심냉각수 수막을 흡입하여 강수부 하부로 직접 배출하는 구조를 가지나 그 구조가 취약하고, 횡 방향증기로부터 정체와류를 형성시켜 비상노심냉각수를 분리 강하시키는 원리만 적용되므로, 삼각형 요철 그루브의 삼각형으로 돌출되는 기하학적 특성으로 인해 수직방향 유효 단면적에 비해 강수부의 횡방향 유로 단면적의 축소 비가 커 횡방향 증기속도를 증가시키는 단점이 있다. 증기가 물을 이끌고 나가는 에너지를 증가되는 속도의 제곱의 비로 증가시켜 우회율을 증가시키게 되는 것이다. 또한, 직접주입노즐 보다 높은 곳까지 그루브를 설치하여 삼각 요철 그루브 최상단에서 수막이 직접 그루브 내부로 유입될 수 없으며, 강수부로 주입된 비상노심냉각수가 삼각 요철형 벽면 그루브에 부딪쳐 노심 배럴 벽면에 넓게 퍼지지 못하고 한 곳에 집중되므로, 단위 그루브의 수용 한계에 넘치게 수막을 형성하게 되며, 비상노심냉각수가 파단 저온관 근처에 집중되면 모두 파단면으로 배출되어 우회 배출 비율이 증가하는 단점이 커진다.

즉, 위와 같은 종래의 정삼각형 요철 그루브는 그루브 내부 단면적에 비해 그루브의 높이 비가 커 강수부의 횡 방향 유로 단면적을 크게 감소시켜 횡 증기 속도를 증가시키고, 정체와류의 강도와 그 체적의 비를 감소시키는 기하학적 구조를 갖고 있다. 또한, 그루브가 직접주입관 보다 높은 지점부터 위치하여 직접주입관으로부터 분사된 비상노심냉각수가 삼각 그루브의 저항으로 넓게 퍼지지 못하고 한곳으로 뭉쳐 차단 저온관 근처에서는 쉽게 원자로 밖으로 배출되며, 또한, 비상노심냉각수가 그루브 최상단에서 직접 그루브 내부로 유입될 수 없는 구조적 결함이 있다.

또한, 모든 직접주입 연장관 구조물은 모든 사고에 적용 가능한 열수력적 성능 유지하면서도 협소한 원자로 용기 강수부 내부(간격 약 25cm 정도)에 설치되어야 하며, 강수부 상부의 정렬키(Alignment Key) 지지부가 강수부 내부로 돌출된 점을 감안하여 설치 조립간섭을 배제시켜야 하므로 구조물의 폭이 매우 작아져야 하고, 장기간의 운전에 따라 구조물 파손 및 이탈이 발생하는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 위에서 열거한 종래의 비상노심냉각수 직접 우회방지 기술이 가지고 있는 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 종 방향 수직 단면적 대비 강수부 횡 방향 유로 단면적 축소비를 감소시키고 정체 와류의 강도를 증가시키기 위하여 그루브를 직사각형으로 제작함으로써 그루브의 단면을 납작한 직사각형 모양으로 만들어 정삼각 그루브에 비해 강수부 틈새 방향으로의 높이를 훨씬 더 낮추어 강수부 횡 방향의 유로 단면적 축소에 따른 증기 속도의 증가를 상대적으로 매우 작게 하여, 비상노심냉각수를 이끌고 나가려는 증기의 운동에너지가 속도 제곱의 차만큼 감소함에 따라 비상노심냉각수 우회율을 감소시키고자 하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

따라서, 본 발명은 위와 같은 목적을 달성하기 위해 비상노심냉각수를 원자로 용기에 직접주입하는 방식의 가압경수로형 원자로에 있어서, 노심배럴 외주면과 강수부 내부의 원자로용기 내벽면에 각각 횡단면의 둘레는 폐쇄형이고 상하 수직의 종단면은 속이 비어 있는 직사각형 단면의 폐쇄형 그루브를 수직방향으로 설치하여, 노심배럴 외주면에 퍼져 낙하하는 비

상노심냉각수의 수막이 폐쇄형 그루브의 최상부에서 그루브 내부로 직접 유입된 후 그루브 내부를 흘러내려 강수부 하부로 배출되며, 폐쇄형 그루브와 그루브 사이의 공동에 개방형 그루브를 이차적으로 형성하여 횡 방향 증기 유동에 의해 정체 와류를 발생시킴으로써 수막이나 입자 상태의 냉각수를 증기유동으로부터 포집한 후 강수부 하부로 배출시키도록 되어 있는 비상안전주입수 우회방지용 복합 그루브를 구비한 비상노심냉각계를 제공한다.

따라서, 종래와 같이 삼각형 그루브에서는 정체 와류를 발생시키는 그루브의 마찰길이가 삼각 꼭지점으로서 거의 존재하지 않는 데 비해, 본 발명의 사각형 그루브에서는 윗면 길이가 마찰길이로서 훨씬 더 길기 때문에, 정체 와류를 발생시키는 메커니즘이 훨씬 더 강력하다. 도 3의 수직 폐쇄형 그루브 윗면이 마찰 길이로서 후류 쪽에 위치하는 도 4의 개방형 그루브 내부에서 발생하는 정체 와류의 강도를 증가시키는 주요 인자이다. 개방형 그루브는 횡방향으로 이끌려 나가는 냉각수 입자 등을 정체와류를 발생시켜 포집하는 기능을 가지며, 폐쇄형 그루브는 상단 입구에서 수막으로 분포하는 비상노심냉각수를 직접 유입시켜 강수부 하부로 배출하는 독립된 통로로서의 서로 다른 기능을 갖는다.

종래의 삼각형 그루브 기술에서는 직접주입노즐 상부까지 길게 그루브를 설치함으로써 그루브 상단에서 비상노심냉각수가 직접 그루브 내부로 유입될 수 없으며, 노심배럴 벽면에 부딪친 비상노심냉각수가 삼각 그루브의 저항으로 넓게 퍼지지 못하고 뭉쳐 낙하되는 현상이 나타남으로써 단위 그루브가 냉각수를 수용할 수 있는 한계를 초과하는 현상이 나타나는 데 비해 본 발명의 사각형 그루브에 의하면 그루브의 상단 위치를 저온관으로부터 저온관과 직접주입노즐 사이 높이의 2/3지점이 되도록 그루브의 길이를 짧게 함으로써, 비상노심냉각수가 노심배럴에 부딪친 후 벽면을 타고 수막 형태로 낙하하다가 적절한 폭으로 퍼지는 위치인 상기 저온관과 직접주입노즐 사이 높이의 2/3지점에 도달한 이후부터는 수직으로 설치된 폐쇄형 그루브 내부와 개방형 그루브로 각각 나뉘어 유입되어 강수부 하부로 강하한다. 이때, 폐쇄형 그루브 내부는 고속의 횡 증기 유동의 간섭이 완전히 차단된 비상노심냉각수의 수직하강 통로가 되며, 폐쇄형 수직 그루브 사이에는 강수부 방향으로 개방된 사각 공동(Square Cavity)이 이차적으로 형성되어 횡 방향 증기 유동을 정체시키는 와류를 발생시킨다. 이 와류는 횡방향 증기에 이끌려 나가는 비상노심냉각수 물방울이나 수막을 포집하여 강수부 하부로 하강시킨다.

또한, 종래의 삼각형 그루브의 경우 노심배럴 쪽에 부착된 삼각형 그루브 벽면에 뚫린 구멍은 원심력의 방향이 실린더 반경방향이므로 그루브 안쪽의 냉각수가 그루브 밖으로 이탈되는 통로가 되는 데 비해, 본 발명에서는 횡단면의 둘레가 폐쇄형인 사각 수직 그루브를 채용하여 상단에서 유입된 비상노심냉각수가 낙하하는 동안 원심력에 의해 그루브 밖으로 이탈되지 않게 된다.

이하, 첨부 도면을 참조로 본 발명의 일실시예에 따른 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계를 설명한다.

본 발명에 따른 비상노심냉각계통은 도 1에 도시된 바와 같이, 비상노심냉각수를 원자로용기 강수부에 직접 주입하는 방식을 채용하고 있는 바, 여기에서 가압경수로형 원자로는 크게 외부의 원자로 압력용기(1)와, 이 압력용기(1) 보다 작은 직경으로 형성되어 압력용기(1)의 중심에 설치되는 노심배럴(2)로 구성된다. 또한, 노심배럴(2)의 내부에는 핵연료봉이 장입되는 노심(Core)(9)이 위치하며, 노심배럴(2)과 압력용기(1) 사이에는 직경차이에 의한 고리형상의 공간인 강수부(8)가 형성된다. 그리고, 압력용기(1)에는 냉각수의 순환통로가 되는 다수의 저온관(7)과, 이 저온관(7)을 통해 유입되어 강수부(8)와 노심(9)을 지나면서 가열된 냉각수가 증기발생기 쪽으로 흐르도록 노심배럴(2)에 연결되는 고온관(Hot Leg)(6)이 연결되어 있다.

이와 같이 가압경수로형 원자로는 고방사능물질인 핵연료를 에너지원으로 운전되는 시설로서, 사고시 많은 인명피해를 수반하는 대형참사로 이어질 수 있는 가능성이 있음에 따라 안전성을 확보하고자 설계에서부터 건설 및 운전에 이르기까지 단계별로 매우 엄격한 안전기준을 통과해야만 하는 바, 이러한 기준을 만족시키기 위해, 본 발명에 따른 가압경수로형 원자로의 비상노심냉각계통은 도 1 내지 도 5에 도시된 것처럼 노심배럴(2) 외주면과 강수부(8) 내부의 원자로용기(1) 내벽면에 복수개의 폐쇄형 그루브(3,5)가 수직방향으로 즉, 상하로 설치되어 있다. 이 폐쇄형 그루브(3,5)는 도 3 및 도 4에 확대 도시된 바와 같이 직사각형의 기다란 프레임 체로서 π 자 모양의 횡단면을 가지고 있으며, 내부로 비상노심냉각수의 수막으로부터 유입된 냉각수가 흘러 강수부(8) 하부로 배출되도록 한다.

또한, 각각의 폐쇄형 그루브(3,5) 사이에는 도 3 및 도 4에 상세 도시된 바와 같이 강수부 방향으로 개방된 사각 공동(Square Cavity)이 이차적으로 형성되어 횡 방향 증기 유동을 정체시키는 와류를 발생시키는 바, 이 공동에 의해 개방형 그루브(3',5')를 형성한다. 이에 따라, 그루브(3',5')에서 횡 방향 증기 유동에 의해 정체 와류를 발생시킴으로써 수막이나 입자 상태의 냉각수를 정체시켜 증기유동으로부터 포집한 후 강수부(8) 하부로 배출시키게 된다.

여기에서, 폐쇄형 그루브(3,5)는 도 2에 도시된 바와 같이 상단이 직접주입노즐(4)로부터 위쪽으로 상기 직접주입노즐(4)과 저온관(7) 사이의 거리(H)의 2/3인 지점에 위치하고, 하단이 상기 저온관(7) 중심선으로부터 아래쪽으로 상기 저온관

(7) 직경(D)의 2배인 지점에 위치하는 상하 길이를 가지며, 이 때 폐쇄형 그루브(3)는 도 3에 도시된 바와 같이 그루브 폭(L)의 1/2인 피치로 노심배럴(2) 외벽면에 등간격으로 부착되고, 폐쇄형 그루브(5)는 그루브 폭(L)과 동일한 피치로 원자로 용기(1)의 내벽면에 등간격으로 부착된다. 노심배럴(2) 쪽의 피치가 더 작은 이유는 비상노심냉각수의 초기 수막이 노심배럴(2) 쪽에 형성되어, 수막으로부터 유입된 비상노심냉각수의 하향 통로의 성격을 더 강하게 띠고, 원심력의 성향상 폐쇄 수직 통로의 역할이 더 중요하기 때문이다. 반면에, 원자로 용기(1) 쪽 그루브는 수직 및 횡방향으로부터 정체된 비상노심냉각수의 포집 효과가 중요하므로 강수부(8) 쪽으로 개방된 공동 즉, 개방형 그루브(5')의 면적 비도 중요한 역할을 담당하기 때문에 노심 배럴(2) 쪽보다 2배가 크되 폐쇄 그루브(5)의 원주방향 길이(L)와 같게 배치한다.

또한 폐쇄형 그루브(3,5)는 폭(L)과 높이(h)의 중형비(L/h)가 2 ~ 5의 범위 내에 있으며, 상기 그루브(3,5) 높이(h)는 강수부(8) 틈새 길이의 1/25 ~ 3/25의 범위 내에 있다. 또한 각각의 그루브(3,5)는 상하로 개방되어 있으므로 그루브 벽면내부의 기포나 비응축성 가스는 충분히 자연 배출되는 구조를 가지므로 별도의 배출용 구멍이 필요 없다.

따라서, 위와 같이 구성된 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계에 의하면, 개방형 그루브(3',5')와 폐쇄형 그루브(3,5)의 조합으로 비상노심냉각수 우회율을 저감시키므로, 대형 냉각재 상실사고나 직접 주입관 파단사고시 등 모든 사고에 대비할 수 있다.

또한, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 폐쇄형 그루브(3,5)를 통해 강수부 상부에 주입된 비상노심냉각수를 고속의 횡 증기 유동으로부터 완전히 격리시켜 강수부 하부로 배출하므로 종래 방식의 삼각 그루브에서 원심력에 의해 삼각 그루브 벽면의 구멍으로 비상노심냉각수가 이탈되는 현상은 발생하지 않으며, 수막이 퍼져 일정 거리를 하강한 후 균일분포를 보이는 지점에서부터 수직하게 그루브(3,5)가 설치되므로, 각 그루브(3,5)가 배출시켜야 하는 비상노심냉각수량을 균일화시킬 수 있게 된다. 따라서, 그루브를 직접주입노출 상단까지 설치할 때 노심배럴(2) 외주면 그루브에서 비상노심냉각수가 퍼지지 않고 뭉치는 현상을 방지할 수 있을 뿐 아니라, 그에 따른 국부적 직접우회배출 영역의 증가는 나타나지 않는다.

또한, 폐쇄형 그루브(3,5)의 윗면은 삼각 그루브에 비해 마찰면의 길이가 훨씬 더 긴 기하학적 구조를 갖게 되므로, 후류 개방형 그루브(3',5')에 발생하는 정체와류의 강도를 증가시킨다. 따라서 이렇게 정체와류 강도가 증가하면 횡 방향 증기유동에 이끌려 나가는 냉각수를 포집 추출하는 정체와류의 포집력도 증가하고, 동시에 저온관(7) 완전 파단사고시 원자로 용기(1) 벽면으로부터 강수부(8)의 냉각수 쪽으로 방출되는 벽면 열전달 접촉 면적을 감소시켜 강수부(8) 냉각수 온도를 상승을 억제시킬 수 있게 된다.

발명의 효과

따라서, 본 발명의 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계에 의하면, 노심배럴의 외벽면과 원자로 용기의 내벽면에 부착된 개방형 및 폐쇄형 그루브의 조합에 의해 비상노심냉각수의 우회를 방지하므로 강수부 하부로 침투하는 비상노심냉각수의 비율을 증대시켜 보다 많은 양이 원자로의 냉각에 직접 기여하도록 함으로써 원자로 안전성 향상에 크게 기여할 수 있을 뿐 아니라, 그에 따라 저온관 완전 파단사고시의 후기 재관수 기간동안 나타나는 노심 재가열 현상 및 강수부 비등현상을 방지할 수 있게 된다.

이상에서 본 발명은 특정의 실시 예와 관련하여 도시 및 설명하였지만, 첨부된 특허청구범위에 의해 나타난 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 한도내에서 다양한 변경, 개조 및 변화가 가능하다는 것을 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 쉽게 알 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

비상노심냉각수를 원자로 용기에 직접주입하는 방식의 가압경수로형 원자로에 있어서,

노심배럴(2) 외주면과 강수부(8) 내부의 원자로용기(1) 내벽면에 각각 직사각형 단면의 폐쇄형 그루브(3,5)를 수직방향으로 설치하여, 상기 폐쇄형 그루브(3,5) 내부로는 비상노심냉각수의 수막으로부터 유입된 냉각수를 강수부(8) 하부로 배출시키며, 상기 폐쇄형 그루브(3,5)들 사이의 공동에 개방형 그루브(3',5')를 형성하여 횡 방향 증기 유동에 의해 정체 와류를 발생시킴으로써 수막이나 입자 상태의 냉각수를 정체시켜 증기유동으로부터 포집한 후 강수부(8) 하부로 배출시키도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계통.

청구항 2.

제1 항에 있어서,

상기 폐쇄형 그루브(3,5)는 상단이 직접주입노즐(4)로부터 위쪽으로 상기 직접주입노즐(4)과 저온관(7) 사이의 거리(H)의 2/3인 지점에 위치하고, 하단이 상기 저온관(7) 중심선으로부터 아래쪽으로 상기 저온관(7) 직경(D)의 2배인 지점에 위치하는 길이를 갖도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계통.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 폐쇄형 그루브(3)는 그루브 폭(L)의 1/2인 피치로 상기 노심배럴(2) 외벽면에 등간격으로 부착되어 있고, 상기 폐쇄형 그루브(5)는 그루브 폭(L)과 동일한 피치로 상기 원자로 용기(1)의 내벽면에 등간격으로 부착되어 있는 것을 특징으로 하는 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계통.

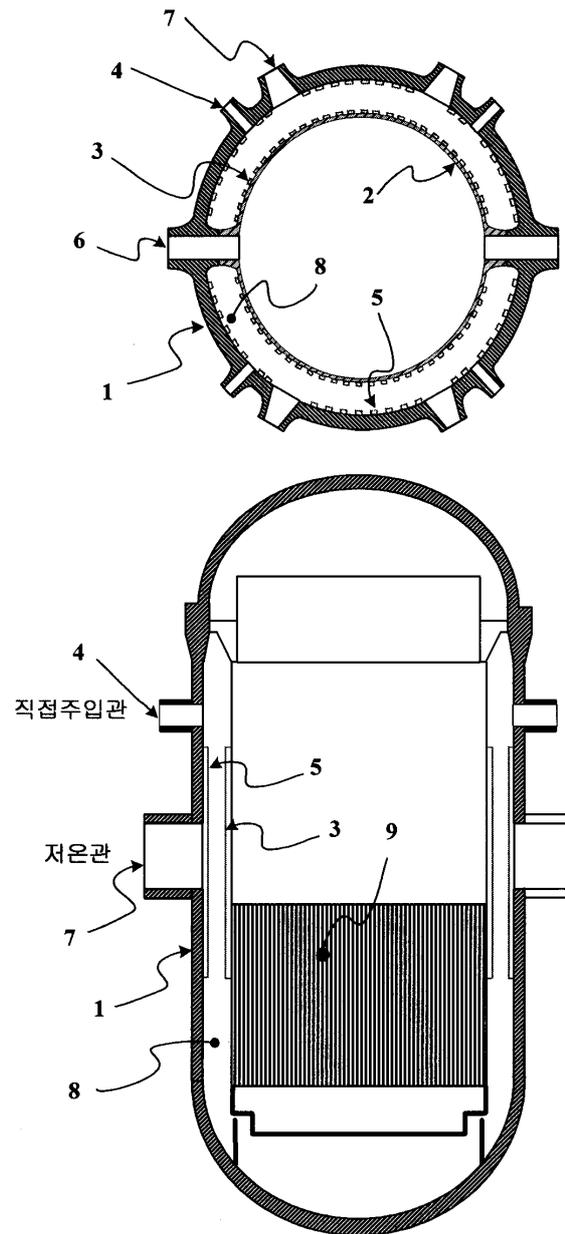
청구항 4.

제 1항에 있어서,

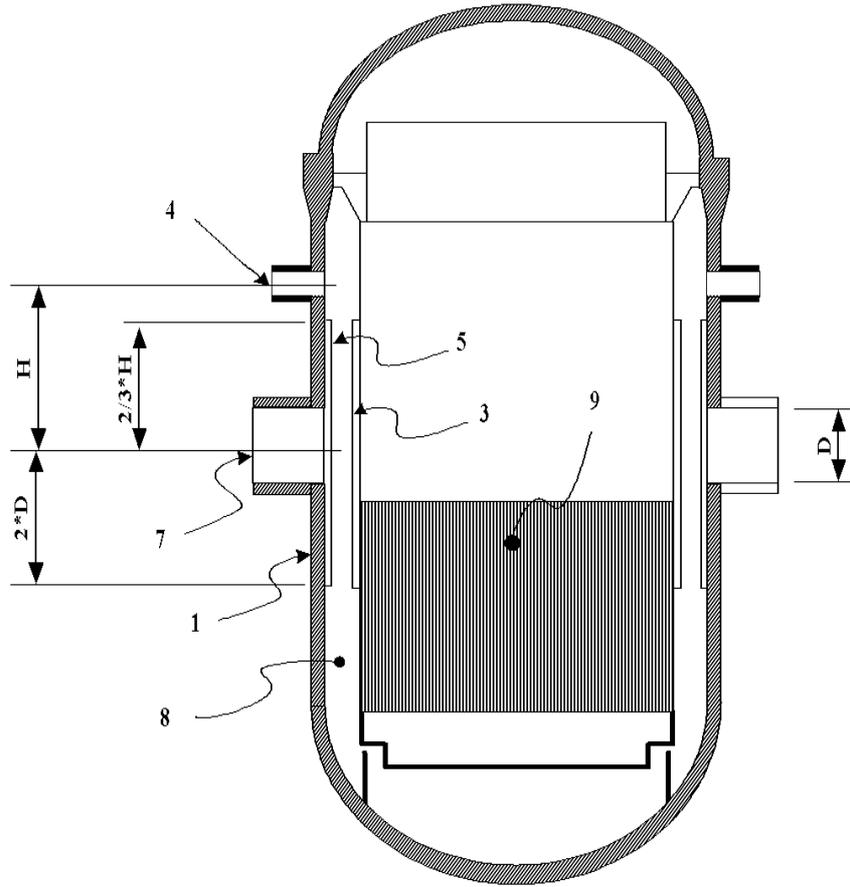
상기 폐쇄형 그루브(3,5)는 폭(L)과 높이(h)의 종횡비(L/h)가 2 ~ 5의 범위 내에 있으며, 상기 폐쇄형 그루브(3,5) 높이(h)는 강수부(8) 틈새 길이의 1/25 ~ 3/25의 범위 내에 있는 직사각형 단면을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 비상안전주입수 우회방지용 그루브를 구비한 비상노심냉각계통.

도면

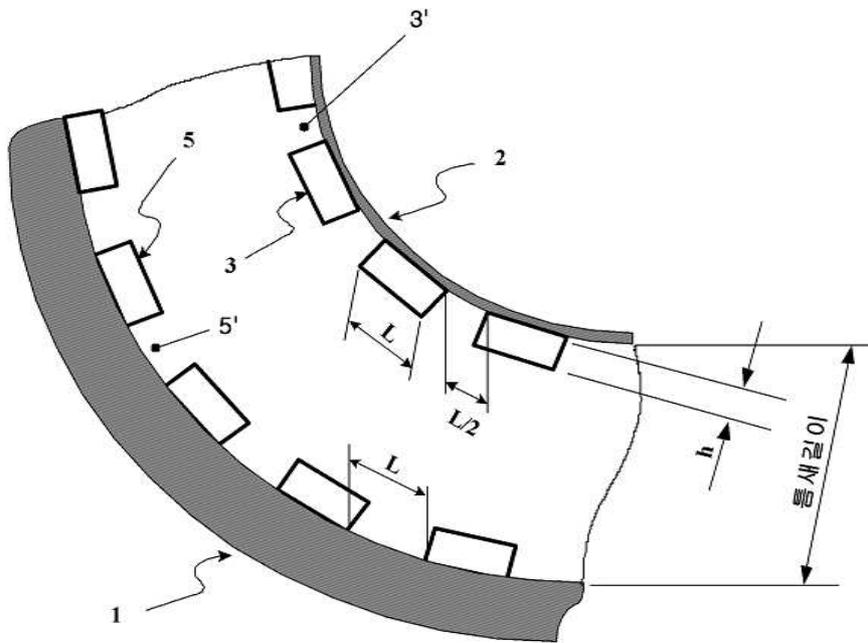
도면1



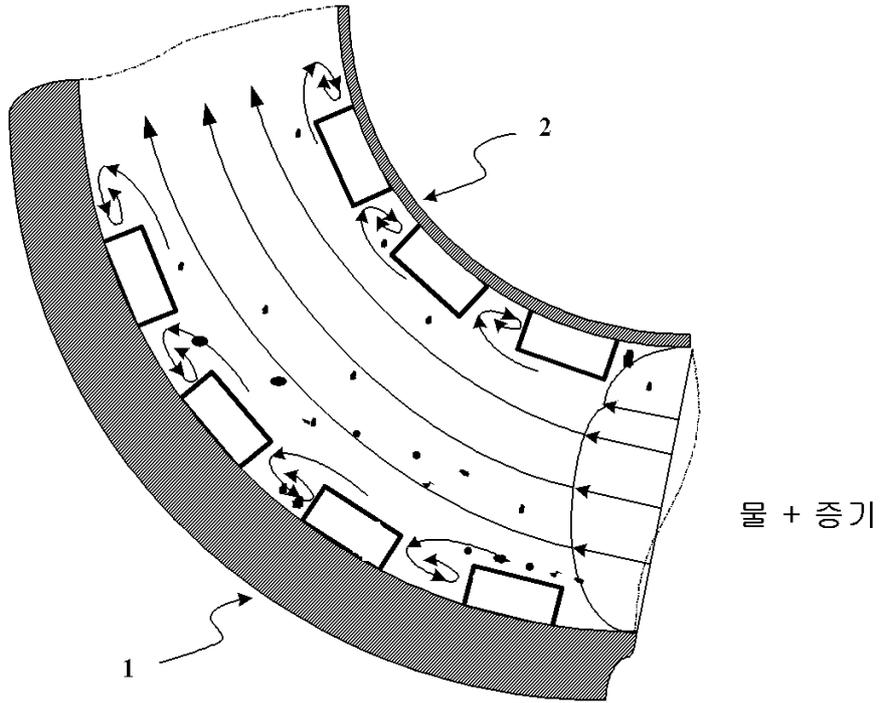
도면2



도면3



도면4



도면5

