



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년05월13일
 (11) 등록번호 10-0957053
 (24) 등록일자 2010년05월03일

(51) Int. Cl.

G21C 15/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0025766
 (22) 출원일자 2008년03월20일
 심사청구일자 2008년03월20일
 (65) 공개번호 10-2009-0100528
 (43) 공개일자 2009년09월24일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020050009401 A
 JP평성05256982 A
 JP04256894 B
 KR100402750 B1

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전 유성구 덕진동 150-1

(72) 발명자

권태순

대전광역시 서구 정림동 우성아파트 127-101호

주인철

대전시 유성구 관평동 대덕테크노밸리 613동 110 2호

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이용호

(54) 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크

(57) 요약

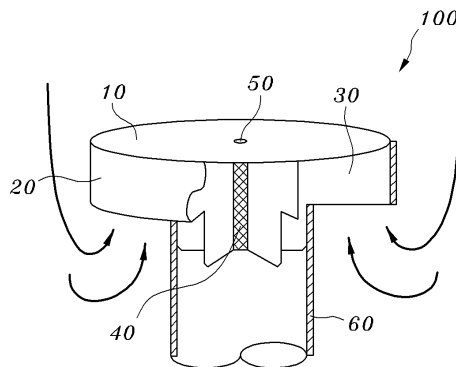
본 발명은 가압경수로형 원자로에서 대형저온관파단 사고시 원자로 용기에 신속하게 대량의 비상노심 냉각수를 충수하기 위하여 사용하는 안전주입탱크에서 사고 초기 필요한 대유량과 사고 중 후반기 필요한 저유량을 원활하게 유동 전환을 시켜주는 유량제어기에 관한 기술로써, 보다 자세하게는 유량제어기 상부로 돌출된 대유량 유입용 수직파이프의 최상부 입구에서 발생하는 와류에 의한 조기 질소가스의 혼입방출을 차단하는 와류방지장치를 장착한 유량제어기를 내장한 안전주입탱크 기술에 관한 것으로,

본 발명에 따른 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크는,

안전주입탱크의 내측 하부에 장착되며, 초기 대유량 주입기간과 후기 소유량 주입기간을 갖도록 설계된 유량조절기를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프의 최상부에서 발생하는 회전 와류를 방지하기 위한 와류방지장치를 장착한 안전주입탱크에 있어서,

상기 와류방지장치는, 상기 유량조절기를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프의 유입구와 이격되어 가로방향으로 형성되며, 수직방향으로부터의 비상노심 냉각수의 유입을 차단하는 수평 상부판; 상기 수평 상부판의 일단으로부터 길이방향으로 연장되어 형성되며, 측면으로부터의 비상노심 냉각수의 유입을 차단하는 측면 차단판을 포함하여 형성되어, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 외경과 상기 측면 차단판 사이에 형성된 공간으로 비상노심 냉각수가 유입되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

안전주입탱크의 내측 하부에 장착되며, 초기 대유량 주입기간과 후기 소유량 주입기간을 갖도록 설계된 유량조절기를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프의 최상부에서 발생하는 회전 와류를 방지하기 위한 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크에 있어서,

상기 와류방지장치는,

상기 유량조절기를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프의 유입구와 이격되어 가로방향으로 형성되며, 수직방향으로부터의 비상노심 냉각수의 유입을 차단하는 수평 상부판;

상기 수평 상부판의 일단으로부터 길이방향으로 연장되어 형성되며, 측면으로부터의 비상노심 냉각수의 유입을 차단하는 측면 차단판;

을 포함하여 형성되어, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 외경과 상기 측면 차단판 사이에 형성된 공간의 하부면으로 비상노심 냉각수가 유입되며,

상기 와류방지장치는, 상기 수평 상부판의 하부에 형성되고, 상기 측면 차단판에 의해 종결되며, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 가상의 중심축을 중심으로 방사형으로 형성된 방사형 지지판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 방사형 지지판은, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 내측 상부에도 형성된 것을 특징으로 하는 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 방사형 지지판의 반경은 상기 대유량 흡입용 수직파이프 외경의 1.5 내지 2.5배의 크기인 것을 특징으로 하는 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 수평 상부판 중앙에 홀(hole)을 형성하여 공기 배출부를 구비한 것을 특징으로 하는 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 가압경수로형 원자로에서 대형저온관과단 사고시 원자로 용기에 신속하게 대량의 비상노심 냉각수를 충수하기 위하여 사용하는 안전주입탱크에서 사고 초기 필요한 대유량과 사고 중 후반기 필요한 저유량을 원활하게 유동 전환을 시켜주는 유량제어기에 관한 기술로써, 보다 자세하게는 유량제어기 상부로 돌출된 대유량 유입용 수직파이프의 입구에서 발생하는 와류에 의한 조기 질소가스의 혼입방출을 차단하는 와류방지장치를 장착한 유량제어기를 내장한 안전주입탱크 기술에 관한 것이다.

배정기술

- [0002] 안전주입탱크는 압력차에 의해 피동적으로 비상노심냉각수가 원자로계통으로 주입되도록 탱크의 상부를 질소가스로 충전시켜 운전한다. 사고시 안전주입탱크의 저장수가 원자로계통으로 주입되면 안전주입탱크 내부의 수위는 점차 강하하여 대유량 수직파이프입구에 도달한다. 이후 소유량으로 유량제어기가 피동전환운전을 하게 되는데, 바람직하게는 자유수면이 대유량 수직파이프 입구에 도달한 이후에도 질소가스가 비상노심 냉각수와 함께 원자로계통으로 혼합 주입되지 않아야 한다.
- [0003] 그러나 안전주입탱크의 자유수면에서 유동교란으로 회전 와류가 발생하면 수면이 대유량 수직파이프 입구에 미처 도달하지도 않은 상태에서 질소 가스가 비상노심 냉각수와 함께 혼입되어 원자로계통으로 주입되는 질소가스 조기 혼입 현상이 발생한다. 질소가스가 조기 혼입되면, 원자로계통에서 증기응축을 방해하며, 열수력 해석의 불확도를 증가시켜 바람직하지 않다.
- [0004] 도 1은 종래의 안전주입탱크의 대유량 흡입용 수직파이프의 유입구에서 와류 발생으로 인한 질소가스 조기 혼입을 개념적으로 도시한 도이다.
- [0005] 도 1을 참조하면, 수직파이프 입구의 상부에서 회전 와류가 발생하여 자유수면에서 수직 대유량 파이프 내부로 빨려들어가는 소용돌이가 발생하여, 이 부위로 질소가스가 조기 혼입된다. 이러한 와류가 발생하지 않는다면, 안전주입탱크의 상부에 충전된 질소 가스는 자유수면 위에만 존재하며, 질소 가스의 혼입은 자유수면이 수직파이프 입구보다 더 낮아질 때까지도 발생하지 않는다.
- [0006] 상기에 기술한 바와 같은 종래기술에 따른 차세대 안전주입탱크에 관한 예가 대한민국 특허등록번호 제10-0369247호(조봉현 외)와 공개번호 특2001-0076568호(김한곤 외) 및 일본국 특개평4-328494호에 잘 나타나 있다. 그러나, 상기 종래의 기술은 모두 질소가스 조기혼입이 발생하는 구조를 갖고 있다.
- [0007] 이와 같은 질소가스혼입현상을 차단하기 위한 방법으로 부력판을 이용해 유량제어기의 수직파이프 최상부 입구를 막는 차단기술로, 대한민국 특허공개번호 2005-0009401호(주인철 외)가 있으나, 안전주입탱크의 고농도 붕산수 속에서 부력을 갖는 재질은 일반적으로 비중이 가벼운 것인데 원전의 수명기간인 40~60년 동안 손상되지 않아야 하는 수명건전성 조건을 만족시키기 어렵다. 또한, 유량조절기가 작동하지 않은 장기간의 대기상태에서 부력판이 고착되어 작동하지 않을 우려가 있으므로 실제 안전주입탱크에 적용하기 어려운 문제점을 갖고 있다.
- [0008] 상기한 바와 같은 종래의 피동형 유량제어기를 장착한 안전주입탱크는 질소가스의 조기혼입 현상을 발생시켜, 원자로의 대형냉각재상실사고의 해석결과에 매우 큰 불확도를 유발하는 문제점이 있다. 또한, 부력을 이용한 유량제어기 수직파이프 입구차단 방식은 고착의 우려 및 재료 수명의 건전성 측면에서 불확실성이 큰 문제점이 있다.
- [0009] 이상과 같이 종래의 안전주입탱크 유량조절기의 대유량 흡입용 수직파이프의 입구에서 발생하는 와류는 회전 특성이 있고, 와류의 중심축과 수직파이프의 축선이 상호 일치될 때 와류의 강도가 더욱 강해지는 특성이 있다. 와류의 강도가 강해지면 질소가스의 조기혼입 위험성은 더욱 증가한다. 자유수면에서 일단 와류가 발생하면 와류의 세기는 점점 더 증가하여 질소가스가 조기혼입되는 유동 구조로 발전하므로 원천적으로 와류가 발생하지 않도록 방지해 주어야 한다. 회전형 와류가 발생하지 않도록 하기 위해서는, 자유수면으로부터 대유량 수직파이프의 유입구로 유입되는 유선이 회전하지 않도록 차단하되, 회전형 유선이 파이프의 중심축에 집중되지 않고 넓게 퍼지도록 분포시키면 와류의 강도는 직경에 반비례하여 약화된다. 피동형 안전주입탱크에서는 능동형 개폐식 와류방지장치를 적용할 수 없다. 따라서, 와류방지 장치는 안전주입탱크의 피동형 구동 특성이 훼손되지 않아야 하며, 비개폐식 및 비능동형이어야 한다. 또한, 원전의 수명기간(40~60년)동안 재료 및 수명의 건전성이 보장되어야 한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 높은 유량전환비율을 갖는 동시에 안전주입탱크 내부에 충전된 질소 가스의 회전 와류에 의해 조기 혼입되는 현상을 방지할 수 있도록, 유량조절기의 대유량 수직파이프의 상부에 와류방지장치를 구비한 차세대 안전주입탱크를 제공하고자 함이다.

과제 해결수단

- [0011] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 안전주입탱크는,
- [0012] 안전주입탱크의 내측 하부에 장착되며, 초기 대유량 주입기간과 후기 소유량 주입기간을 갖도록 설계된 유량조절기를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프의 최상부에서 발생하는 회전 와류를 방지하기 위한 와류방지장치를 장착한 안전주입탱크에 있어서,
- [0013] 상기 와류방지장치는, 상기 유량조절기를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프의 유입구와 이격되어 가로방향으로 형성되며, 수직방향으로부터의 비상노심 냉각수의 유입을 차단하는 수평 상부판; 상기 수평 상부판의 일단으로부터 길이방향으로 연장되어 형성되며, 측면으로부터의 비상노심 냉각수의 유입을 차단하는 측면 차단판을 포함하여 형성되어, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 외경과 상기 측면 차단판 사이에 형성된 공간으로 비상노심 냉각수가 유입되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 와류방지장치는, 상기 수평 상부판의 하부에 형성되고, 상기 측면 차단판에 의해 종결되며, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 가상의 중심축을 중심으로 방사형으로 형성된 방사형 지지판을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 가상의 중심축에, 상기 수평 상부판과 이격되어 형성되며 상기 방사형 지지판을 고정하기 위한 지지판 고정대가 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 방사형 지지판은, 상기 대유량 흡입용 수직파이프의 내측 상부에도 형성된 것을 특징으로 한다. 이때, 상기 방사형 지지판의 반경은 상기 대유량 흡입용 수직파이프 외경의 1.5 내지 2.5배의 크기인 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 상기 수평 상부판 중앙에 홀(hole)을 형성하여 공기 배출부를 구비한 것을 특징으로 한다.

효 과

- [0018] 이상과 같은 본 발명에 따른 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크에 의하면,
- [0019] 대형저온관과단 사고시, 비상노심 냉각수의 큰 유량전환 비를 갖으면서도 질소 가스의 조기 혼입을 방지할 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 또한, 대유량 주입기간에 노심 냉각에 기여하지 못하고 원자로계통 밖으로 방출되는 비상노심 냉각수량을 최소화시켜, 저유량 주입에 사용함으로써 저유량 주입시간을 보다 길게 연장시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 대형냉각재 상실 사고의 재관수 기간에 저유량 주입시간을 보다 길게 연장시킬 수 있게 됨에 따라, 원자로의 냉각수 수위저하를 방지할 수 있다. 재관수 기간에 냉각수 수위저하를 방지하면, 원자로 노심 온도의 급격한 상승을 방지할 수 있어 원자로의 안전성을 한층 더 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 우선, 도면들 중 동일한 구성요소 또는 부

품들은 가능한 한 동일한 참조부호를 나타내고 있음에 유의해야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하게 하지 않기 위해 생략한다.

- [0023] 도 2는 본 발명에 따른 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크를 도시한 단면도, 도 3은 본 발명에 따른 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크에서 와류방지장치를 확대한 부분 단면사시도, 도 4는 상기 와류방지장치의 측면면도, 도 5는 상기 와류방지장치의 평면도로써, 수평 상부관을 투영하여 도시한 평면도이다.
- [0024] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 안전주입탱크(120)는, 안전주입탱크의 내측 하부에 장착되며, 초기 대유량 주입기간과 후기 소유량 주입기간을 갖도록 설계된 유량조절기(110)와, 상기 유량조절기(110)를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프(60)의 최상부에서 발생하는 회전 와류를 방지하기 위한 와류방지장치(100)를 포함한다. 상기 도면들에 표시된 화살표는 비상노심 냉각수(W)의 유동방향을 표시한 것이다.
- [0025] 이때, 상기 와류방지장치(100)는 수평 상부관(10)과 측면 차단판(20)을 포함한다.
- [0026] 상기 수평 상부관(10)은 상기 유량조절기(110)를 관통하여 수직으로 설치된 대유량 흡입용 수직파이프(60)의 유입구와 이격되어 가로방향으로 형성되며, 수직방향으로부터의 비상노심 냉각수(W)의 유입을 차단하는 기능을 한다.
- [0027] 상기 측면 차단판(20)은 상기 수평 상부관(10)의 일단으로부터 길이방향(아래방향)으로 연장되어 형성되며, 측면으로부터의 비상노심 냉각수의 유입을 차단하는 기능을 한다.
- [0028] 이와 같이 수평 상부관(10) 및 측면 차단판(20)을 구비한 와류방지장치(100)는 상기 대유량 흡입용 수직파이프(60)의 외경과 상기 측면 차단판(20) 사이에 형성된 공간으로 비상노심 냉각수(W)가 유입되도록 강제한다.
- [0029] 보다 자세하게 설명하면, 상기 대유량 흡입용 수직파이프(60)의 유입구를 통해 유입되는 와류는 도 1에서 개념적으로 나타낸 바와 같이, 회전 유선이 상기 수직파이프(60)의 가상의 중심축으로 몰리면서 강해지는 특성이 있다.
- [0030] 이때, 회전 와류는 상기 수직파이프(60)의 중심축선 상에서 회전반경이 작을수록 와류의 회전 강도가 강하다. 따라서, 회전하는 유선이 수직파이프(60)의 중심축으로 몰리지 않고 넓은 영역에 걸쳐 분산시키면 와류강도를 완화시킬 수 있다.
- [0031] 이를 위해, 본 발명에서는 도 2에 도시된 바와 같이, 안전주입탱크(120)의 자유수면쪽에서 상기 수직파이프(6) 입구로 유입되는 유선이 직선으로 곧바로 유입되지 못하도록, 와류방지장치(100)의 수평상부관(10)이 유량제어기(110)의 수직파이프(60)의 유입구를 가로방향으로 차단하여 막도록 형성하였다.
- [0032] 그리고, 상기 와류방지장치(100)의 측면은 측면 차단판(20)으로 막아주어 측면으로부터의 비상노심 냉각수(W)의 유입을 차단하도록 하였다. 이로써, 와류방지장치(100)의 상부면과 측면을 관으로 모두 썬워 와류방지장치(100)의 하부면에서만 비상노심 냉각수의 유입이 가능하며, 자유수면으로부터 와류방지장치의 측면 차단판(20) 하부 끝단에 이르는 동안의 하강류의 회전방향과, 와류방지장치의 측면 차단판(20)의 하부 끝단으로부터 수직파이프(60) 최상단까지의 상승류의 회전 방향이 서로 반대가 되는 수직류가 형성되어 와류가 자연상쇄되는 효과가 있다.
- [0033] 종래와 같이 와류방지장치(100)의 수평 상부관(10)과 측면 차단판(20)이 모두 개방된 형상의 와류방지장치라면, 수직 하강류의 유동 분포를 와류방지장치의 수평상부관(10) 외경 밖으로 분산시킬 수 없으며, 상승류와 하강류의 회전 방향을 서로 반대 방향으로 교차시켜 상쇄시킬 수 없다.
- [0034] 그리고, 와류방지장치(100)의 내부는 방사형으로 평면의 방사형 지지판(30)을 배치하여 회전 유동을 방지하는 기능을 갖도록 배열하였다.

[0035] 상기 방사형 지지판(30)은 상기 수평 상부판(10)의 하부에 형성되고, 상기 측면 차단판(20)에 의해 종결되며, 상기 대유량 흡입용 수직파이프(60)의 가상의 중심축을 중심으로 방사형으로 형성된다. 이때, 상기 방사형 지지판(30)은 상기 대유량 흡입용 수직파이프(60)의 가상의 중심축에, 상기 수평 상부판(10)과 이격되어 형성된 지지판 고정대(40)에 용접 등의 방법으로 고정된다.

[0036] 상기 방사형 지지판(30)의 반경은 상기 수직파이프(60)의 외경보다 크며, 상기 수직파이프(60)의 상부 입구 부분까지 삽입하여 수직파이프(60) 바깥에서 회전류를 차단하는 부분과 수직파이프(60) 내부로 삽입된 부분에서도 각각 회전류를 차단하는 2단계 와류회전방지 구조를 갖도록 구성할 수 있다. 이때, 상기 방사형 지지판의 반경은 상기 대유량 흡입용 수직파이프 외경의 1.5 내지 2.5배의 크기인 것이 바람직하다.

[0037] 본 발명의 결과, 종래의 수직파이프(60)의 중심축선 상에 집중되는 와류형 유선이 와류방지장치(100)의 측면 차단판(20) 외경 밖으로 분포되므로, 와류의 회전 속도는 반지름에 반비례하며, 회전 반경이 커질수록 회전 속도는 작아지게 된다. 회전 와류의 반경이 측면 차단판(20)의 직경에 상응하여 커지면 그 비열만큼 회전 속도가 작아지므로 와류의 회전력이 미미해진다.

[0038] 본 발명에 따른 와류방지장치(100)는 큰 캡을 거꾸로 얹어놓은 형상을 하고 있으므로, 안전주입탱크를 몰로 채울 때, 와류방지장치(100)의 상부에 차있는 공기 또는 질소가스가 와류방지장치(100) 밖으로 배출되지 못하는 현상을 방지하기 위하여, 상기 수평 상부판 중앙에 홀(hole)을 형성하여 공기 배출부(50)를 구비하도록 하는 것이 바람직하다.

[0039] 이상과 같이 본 발명에 따른 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크를 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상 범위내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 종래의 안전주입탱크의 대유량 흡입용 수직파이프의 유입구에서 와류 발생으로 인한 질소가스 조기 혼입을 개념적으로 도시한 도,

[0041] 도 2는 본 발명에 따른 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크를 도시한 단면도,

[0042] 도 3은 본 발명에 따른 와류방지장치를 구비한 안전주입탱크에서 와류방지장치를 확대한 부분 단면사시도,

[0043] 도 4는 상기 와류방지장치의 측단면도,

[0044] 도 5는 상기 와류방지장치의 평면도로서, 수평 상부판을 투영하여 도시한 평면도이다.

[0045] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

[0046] 10 : 수평 상부판 20 : 측면 차단판

[0047] 30 : 방사형 지지판 40 : 지지판 고정대

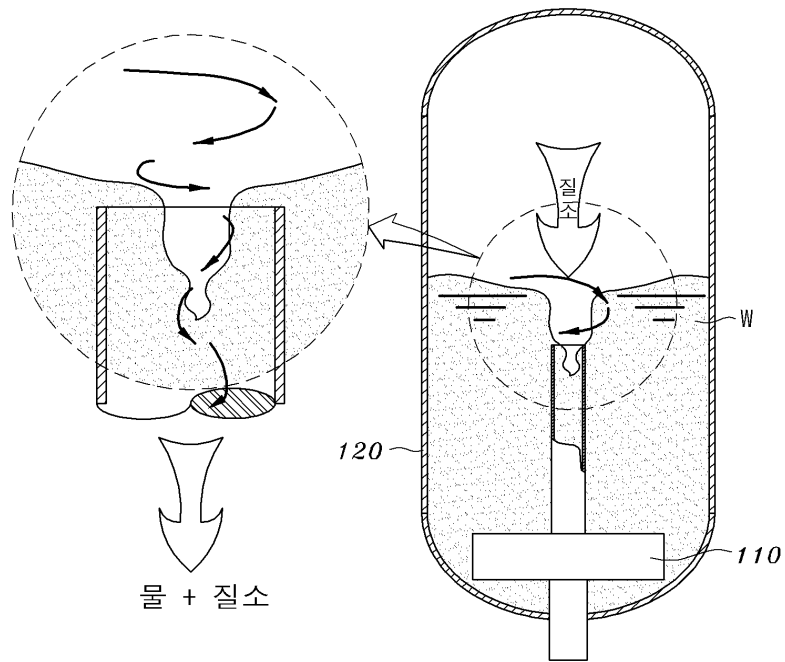
[0048] 50 : 공기 배출부 60 : 대유량 수직파이프

[0049] 100 : 와류방지장치 110 : 유량조절기

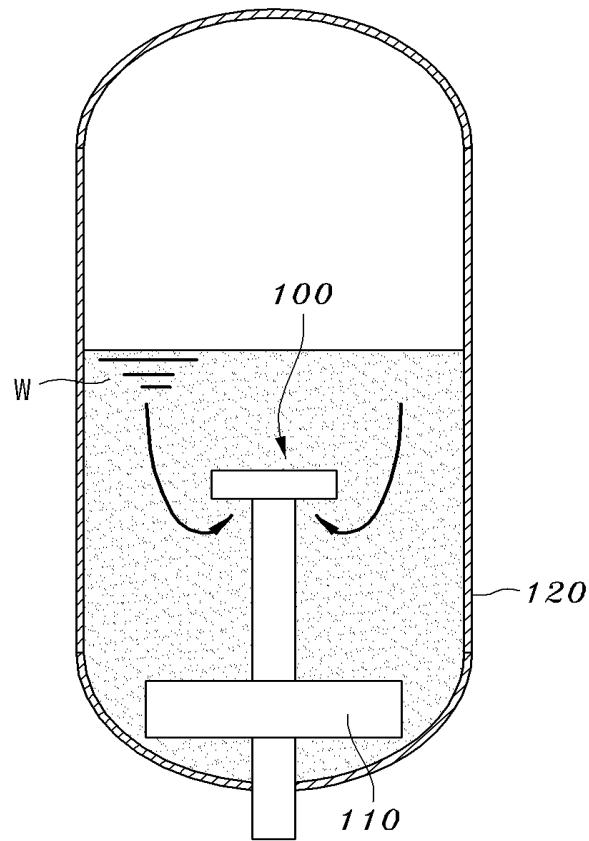
[0050] 120 : 안전주입탱크 W : 비상노심 냉각수

도면

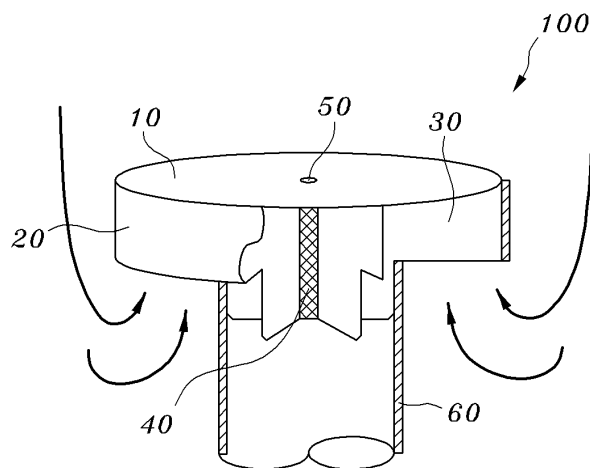
도면1



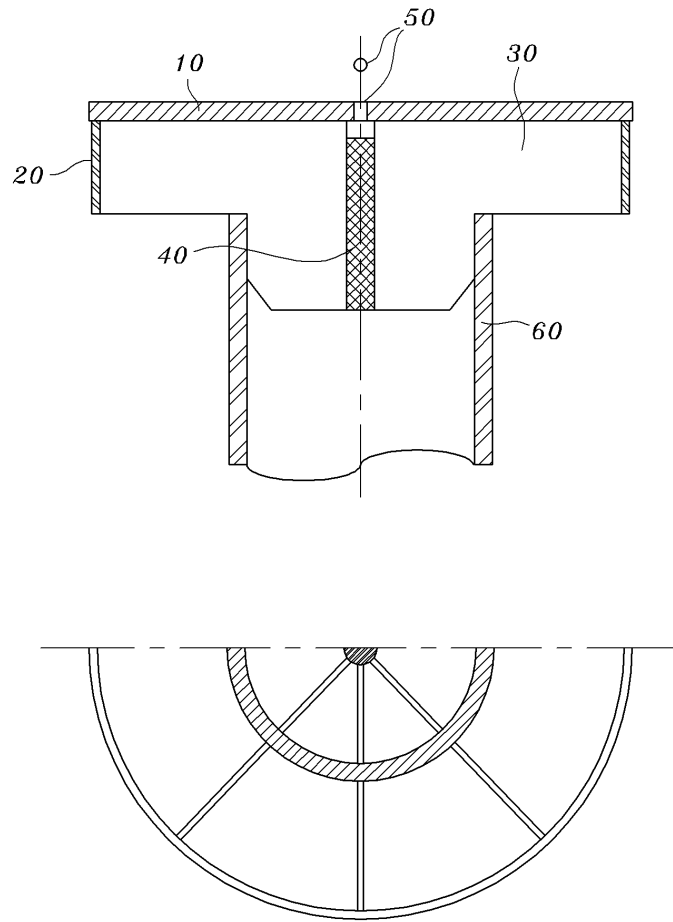
도면2



도면3



도면4



도면5

