(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월23일
(11) 등록번호 10-1494783
(24) 등록일자 2015년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 17/00 (2006.01) *G01T 1/16* (2006.01)
G21D 3/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0092709
(22) 출원일자 2013년08월05일
심사청구일자 2013년08월05일
(65) 공개번호 10-2015-0016807
(43) 공개일자 2015년02월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP06088873 A
KR101241463 B1
KR101153049 B1
한석중 외 2인, "MELCOR 코드를 이용한 원자력발전소 중대사고 방사선원항 평가 방법", Journal of the korean society of safety, VOL.27, NO.6, pp.192-204, (2012.12.)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국원자력연구원
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
(72) 발명자
한석중
대전광역시 유성구 가정로 43, 111동 302호 (신성동, 삼성한울아파트)
안광일
대전광역시 서구 청사서로 11, 105동 806호 (월평동, 무지개아파트)
(74) 대리인
박장원

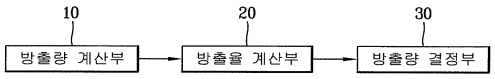
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 **방사선원항의 방출량 검출 장치 및 그 방법**

(57) 요 약

본 명세서는 원자력 발전소의 방사선 비상 시 방사선으로 인한 영향을 보다 현실적으로 평가할 수 있는 방사선원항의 방출량 검출 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 본 명세서의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 장치는, 원자력 발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항의 방출량을 계산하는 방출량 계산부와; 상기 방사선원항의 방출량을 차분화하여 방출률을 계산하는 방출률 계산부와; 상기 계산된 방출량과 방출률을 근거로 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정하는 방출량 결정부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 53253-13
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국원자력연구원
연구사업명 원자력기술개발사업
연구과제명 종합 중대사고 관리 및 비상대응 기반기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국원자력연구원
연구기간 2013.03.01 ~ 2014.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

원자력 발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항의 방출량을 계산하는 방출량 계산부와;

상기 방사선원항의 방출량을 차분화하여 방출률을 계산하는 방출률 계산부와;

상기 계산된 방출량과 상기 계산된 방출률을 근거로 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정하는 방출량 결정부를 포함하며,

상기 방출량 결정부는, 상기 계산된 방출량과 방출률에 기초한 시간적 특성을 결정하고, 상기 시간적 특성을 고려하여 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정하며, 상기 시간적 특성은 상기 방사선 영향을 평가하기 위해 경고 시간, 방출 시작 시간, 방출 기간을 포함하며, 상기 경고 시간은 상기 방사선 비상의 발생에 따라 상기 방사선 영향을 받을 가능성이 있는 미리결정된 집단에 대피(Shelter) 또는 소개(Evacuation)를 준비하기 위해 정보를 제공하기 시작하는 시점을 나타내는 것을 특징으로 하는 방사선원항의 방출량 검출 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 방출량 결정부는,

상기 방출 기간을 초기 대량 방출기간, 지속적 방출기간, 잔여 방출 기간으로 나누는 것을 특징으로 하는 방사선원항의 방출량 검출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 초기 대량 방출기간은 상기 방출률이 급격히 증가한 후 일정해지는 구간으로 결정하며, 상기 지속적 방출기간은 상기 방출률이 일정한 구간을 근거로 결정하는 것을 특징으로 하는 방사선원항의 방출량 검출 장치.

청구항 6

원자력 발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항의 방출량을 계산하는 단계와;

상기 방사선원항의 방출량을 차분화하여 방출률을 계산하는 단계와;

상기 계산된 방출량과 방출률에 기초한 시간적 특성을 결정하고, 상기 시간적 특성을 고려하여 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정하는 단계를 포함하며,

상기 시간적 특성은, 상기 방사선 영향을 평가하기 위해 경고 시간, 방출 시작 시간, 방출 기간을 포함하며, 상기 경고 시간은 상기 방사선 비상의 발생에 따라 상기 방사선 영향을 받을 가능성이 있는 미리결정된 집단에 대피(Shelter) 또는 소개(Evacuation)를 준비하기 위해 정보를 제공하기 시작하는 시점을 나타내는 것을 특징으로 하는 방사선원항의 방출량 검출 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 방출 기간은 초기 대량 방출기간, 지속적 방출기간, 잔여 방출기간으로 나누어지는 것을

특징으로 하는 방사선원항의 방출량 검출 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 초기 대량 방출기간은 상기 방출률이 급격히 증가한 후 일정해지는 구간으로 결정되며, 상기 지속적 방출기간은 상기 방출률이 일정한 구간을 근거로 결정되는 것을 특징으로 하는 방사선원항의 방출량 검출 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 방사선원항의 방출량 검출 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 원자력발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위한 방사선원항 방출량 계산 방법은 사고의 전개과정 및 방사선원항 특성의 복잡성으로 인하여 누적적분 방법으로 계산하였다. 종래 기술에 따른 방사선원항 평가 시스템(STES)에 대한 설명은 한국 공개 특허 공보 10-2008-0007821에도 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은, 원자력 발전소의 방사선 비상 시 방사선원항 방출의 시간의존성을 용이하게 고려하기 위하여 누적 적분 방식의 방사선원항 방출량을 차분화(Differentiation)하여 방출률로 계산함으로써, 방사선으로 인한 영향을 보다 현실적으로 평가할 수 있는 방사선원항의 방출량 검출 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 명세서의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 장치는, 원자력 발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항의 방출량을 계산하는 방출량 계산부와; 상기 방사선원항의 방출량을 차분화하여 방출률을 계산하는 방출률 계산부와; 상기 계산된 방출량과 방출률을 근거로 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정하는 방출량 결정부를 포함할 수 있다.

[0005] 본 명세서의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 방법은, 원자력 발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항의 방출량을 계산하는 단계와; 상기 방사선원항의 방출량을 차분화하여 방출률을 계산하는 단계와; 상기 계산된 방출량과 방출률에 기초한 시간적 특성을 결정하고, 상기 시간적 특성을 고려하여 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 장치 및 그 방법은, 원자력 발전소의 방사선 비상 시 방사선원항 방출의 시간의존성을 용이하게 고려하기 위하여 누적 적분 방식의 방사선원항 방출량을 차분화(Differentiation)하여 방출률로 계산함으로써 방사선으로 인한 영향을 보다 현실적으로 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 장치를 나타낸 도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 3은 전산 프로그램에서 제공하는 방사선원항 방출량의 특성을 나타낸 도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항 방출률을 나타낸 예시도 이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항 방출량 및 방출률을 나타낸 예시도 이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하

려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0009] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0010] 또한, 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0011] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0012] 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 됨을 유의해야 한다.

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 장치를 나타낸 도이다.

[0014] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 장치(100)는, 원자력 발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항 즉, 방사성 물질의 종류별로 외부 환경으로의 방출량을 계산하는 방출량 계산부(10)와;

[0015] 상기 방사선원항의 방출량을 차분화하여 방출률을 계산하는 방출률 계산부(20)와;

[0016] 상기 방사성원항의 방출률에 기초한 시간적 특성을 결정하고, 상기 시간적 특성을 고려하여 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정하는 방출량 결정부(30)를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 방출량 결정부(30)는, 상기 방사선원항의 방출량 및 상기 계산된 방출률을 근거로 상기 방사선원항의 최종 방출량을 결정할 수도 있다.

[0018] 이하에서는, 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 방법을 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명한다.

[0019] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0020] 먼저, 상기 방출량 계산부(10)는, 상기 원자력 발전소의 방사선 비상시 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항 즉, 방사성 물질의 종류별로 외부 환경으로의 방출량을 계산한다(S11). 상기 방사성 물질의 외부 환경으로의 방출 과정은 원자력 발전소의 고유한 사고 전개 과정 및 방사선원항의 물리화학적 특성, 이송/침적 특성 등이 고려될 수 있다. 상기 방사선원항의 외부 환경으로의 방출량 계산은 이미 공지된 전산 프로그램에 의해서 수행될 수 있으며, 상기 전산 프로그램에는 미국 전력연구원(EPRI, Electric Power Research Institute)의 중대사고 분석 프로그램(MAAP, Modular Accident Analysis Program)과 미국 원자력규제위원회(NRC, Nuclear Regulatory Committee)의 MELCOR(Methods for Estimation of Leakages and Consequences of Releases) 코드 등이 있다. 상기 전산프로그램은, 복잡한 계산과정으로 인한 계산 알고리즘의 불안정성을 제거하고 안정된 계산 결과를 제공하기 위해, 상기 방사선원항 방출량을 누적 적분량으로 계산한다.

[0021] 도 3은 일반적인 방사선원항 방출량의 특성을 나타낸 도이다.

[0022] 도 3에 도시한 바와 같이, 상기 누적 방출량은 시간에 따라 계속적인 증가 특성을 갖고 있다.

[0023] 상기 전산 프로그램에 의해서 계산된 방사선원항 방출량으로부터 방사선 영향을 평가하기 위해 방사선원항 방출에 대한 시간적 특성 및 방출량 특성을 결정한다. 상기 방사선 영향을 평가하기 위해 경고(Alarm) 시간(WT), 방출 시작 시간(ST), 방출기간(DT)과 같은 시간적 특성을 결정한다.

[0024] 상기 경고 시간이란 방사선 비상의 발생에 따라 방사성 영향을 받을 가능성이 있는 잠재적인 집단(예를 들어, 작업 종사자, 주변 거주 주민 등)에 대피(Shelter) 또는 소개(Evacuation)를 준비하기 위해 정보를 제공하기 시작하는 시점을 의미한다.

[0025] 상기 방출 시작 시간이란 실제 사고의 영향으로 방사선원항이 외부로 방출되기 시작하는 시점으로서, 일반적으로 원자력발전소의 원자로가 정지되는 시점을 기준으로 계산된 시간 간격으로 정의한다.

[0026] 상기 방출 기간이란 실제 방사성 물질이 외부 환경으로 방출되기 시작하여 지속되는 기간을 의미한다.

[0027] 상기 방사선 영향은 경고 시간과 실제 방출시작 시점의 차이가 클수록 비상 조치에 여유가 생기고 방사선 영향을 회피할 가능성이 높아지기 때문에 방사선원항의 평가에서 중요하게 취급되는 변수이다. 상기 방출 기간은 방사선원항이 외부 환경에 방출되는 기간으로 방출량과 함께 방사선 영향을 평가하는 데 중요하게 다루어지는 변수이다. 기존의 방출 기간은 피해의 특성과 영향을 고려하여, 대부분의 방출이 종료되는 시점 즉, 도 3에서 추가적인 누출량이 작아지는 시점을 기준으로 방출 기간을 결정하지만, 보통의 경우 지속적인 방출이 계속될 가능성이 있기 때문에 방사선 영향 및 비상 조치의 특성을 고려하여 특정 시간인 24시간, 48시간, 72시간 등을 전형적인 방출 기간으로 결정할 수 있다.

[0028] 원자력 발전소의 방사선 비상시 전형적인 방사선원항 방출 특성은 도 3에서 확인할 수 있듯이 방출 초기 급격히 증가하다 서서히 증가하는 시간 의존적 특성을 보인다. 이러한 시간 의존적 특성을 고려하기 위해서 방출 기간을 다시 여러 개의 단계(DT_1, DT_2 ... DT)로 나누어 방사선 영향 평가에 적용할 수 있다. 상기 방출 기간을 나눌 경우 의미있는 평가 결과를 도출하기 위해서는 방출량이 급격히 증가하는 대량 방출 기간과 지속적인 방출 기간으로 구분할 수 있다.

[0029] 상기 방출 기간은 초기 대량 방출기간 (DT_1), 대량 방출이 종료된 후 지속적 방출기간 (DT_2), 잔여 방출기간 (DT_3) 등으로 구분될 수 있다. DT_1은 도 3에서 방출량이 급격히 증가하는 구간을 의미하고, DT_2는 급격한 증가 이후 기울기가 일정하게 유지되기 시작하는 구간으로 일반적으로 방사선 영향 평가에 적용되는 특정 시간(예, 24시간, 48시간, 72시간 등)까지를 고려한다. DT_3는 잔여 방출로 인한 영향을 평가하기 위해서 추가로 고려되는 기간으로 사용자에 의해 결정될 수 있다.

[0030] 상기 방출률 계산부(20)는 상기 누적적분량으로 계산된 방사선원항 방출량(시간별 누적방출량(RA))을 미분 원리에 기초한 차분화 방법으로 방출률로 계산한다(S12). 상기 차분화 방법은 상기 누적 적분량에 의한 방사선원항 방출량뿐만 아니라 방사선원항 방출에 의한 영향을 평가하는 데 중요한 요소인 방출시 누적 에너지량 등의 계산에 동일하게 적용가능하다.

[0031] 원자력 발전소의 방사선 비상시 전형적인 방사선원항 방출은 초기에 대량 방출 후 시간이 진행될수록 서서히 감소하여 일정한 양이 지속적으로 방출되는 특성을 보인다. 이러한 시간의존적 특성은 방사선원항 방출률(질량/시간) 특성을 통해서 보다 용이하게 파악된다.

[0032] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항 방출률을 나타낸 예시도 이다.

[0033] 도 4에 도시한 바와 같이, 방사선 영향의 결과는 방출기간 동안 평균적으로 일정하게 방출되는 것으로 가정된 경우와 방출 초기에 대량 방출되는 특성을 고려할 경우 서로 다른 결과를 보인다. 이러한 특성을 용이하게 고려하기 위해서는 상기 누적 방출량뿐만 아니라 상기 방사선원항 방출률을 동시에 고려할 필요가 있다. 상기 방사선원항 방출률 특성을 고려하기 위해서는 먼저 상기 방사선원항 방출률을 계산해야 한다. 상기 방사선원항 누적 방출률(RA)을 시간에 따라 수치로 표현하면 표 1과 같다.

표 1

[0034]

시간	특정 방사선원항 누적 방출량
t_0	RA_0
t_1	RA_1

...	...
t_{n-1}	RA_{n-1}
t_n	RA_n
t_{n+1}	RA_{n+1}
...	...

[0035] 주어진 시간별로 시간차이를 누적 방출량 차이로 차분화하면 수학식1에 의해서 방사선원항 방출률(SR)을 계산할 수 있다.

수학식 1

$$SR_n = \frac{\Delta RA}{\Delta t} = \frac{RA_n - RA_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}, n \geq 1$$

[0036]

[0037] 상기 차분량은 정확하게는 미분량과 일치하지 않을 수도 있다. 이는 상기 전산 프로그램의 안정성 및 효율성을 위해서 계산에 요구되는 시간 간격이 일정하지 않기 때문이다. 상기 전산 프로그램은 사용자의 요구에 의해서 시간 간격을 조절할 수 있으며, 상기 전산 프로그램 내부 안정화 알고리즘에 의해서 계산 시간 간격을 조절한다. 따라서, 상기 계산된 시간 간격은 일정하지 않을 수도 있다.

[0038] 또한, 방사선원항의 방출은 24시간, 72시간과 같이 원자력발전소의 사고전개과정 등을 고려하여 장시간을 고려하기 때문에 시간 간격이 미분량을 나타내기에는 매우 긴 시간 간격을 보이는 경우가 많다. 또한 특정 시간 간격-예를 들어 방출 이전 단계나 방출이 줄어드는 후기에는 방사선원항의 누적 방출량의 차이가 나타나지 않는 경우도 발생할 수 있다. 이 경우에는 방출률을 계산하기 위해서는 계산상의 보정이 요구된다. 상기 보정 방법은 특정 시간 간격에서 누적 방출량의 차이가 계산 한계치(Δ)(일반적으로 전산 프로그램에서 지정하는 한계치, 예를 들어 Floating 변수의 경우, 1.0E-8) 이하인 경우, $\Delta RA < \Delta$, 누적 방출량의 차이가 계산 한계치 이상이 되도록 시간 간격을 증가시켜주고, 해당 구간 내에서의 차분량을 동일한 값을 부여한다. 상기 보정 방법은 표 2와 같은 미세 변화량에 대한 보정 방법을 사용하여 계산할 수도 있다.

표 2

$n \geq 1$인 모든 n에 대하여, $m = n$이라 하면

$\Delta t_c = t_m - t_{n-1}$

$\Delta RA_c = RA(t_m) - RA(t_{n-1})$

(1) 만일 $\Delta RA_c < \Delta$ 이라면

$m = m + 1$

$\Delta t_c = t_m - t_{n-1}$

$\Delta RA_c = RA(t_m) - RA(t_{n-1})$

(1)번 줄로 돌아가 수행

(2) (1)을 만족하지 않으면 다음을 수행

$SR_c = \frac{\Delta RA_c}{\Delta t_c}$

$m \geq dd \geq n$을 만족하는 정수에 대하여

$SR(m \geq dd \geq n) = SR_c$

[0039]

[0040] 여기서, 아래첨자 c는 비교기준치를 나타낸다.

[0041] 표 2의 보정 방법을 적용하면 전문 전산프로그램에서 제공하는 방사선원항 누적방출량을 각 방사선원항별로 차분화 방법에 의해 방출률로 계산할 수 있다. 상

[0042] 기 방출률의 계산 결과는 도 4와 유사한 형태를 갖는다.

[0043] 상기 방출량 결정부(30)는 상기 계산된 방출량과 방출률에 기초한 시간적 특성을 결정한다(S13). 예를 들면, 상기 방출량 결정부(30)는 상기 차분화된 방사선원항 방출량 즉, 방사선원항 방출률과 방출량에 기초하여 방출 특성을 고려하여 시간적 특성을 결정한다. 만일 시간 의존적 특성을 고려하기 위해서 방출기간을 여러 개로 나눌 경우, 방사선원항 방출량 한 개의 특성을 이용하는 것보다 방사선원항의 방출량과 방출률을 동시에 고려하는 것이 사용자의 임의성을 줄이고 객관성을 높일 수 있다. 기존 방법에서 예제로 설명한 방출기간을 (1)초기 대량 방출기간, (2)지속적 방출기간, (3)잔여 방출기간 등 3개의 구간으로 나눌 경우 방사선원항 방출량과 방출률을 동시에 고려할 경우 구간을 구별하기 용이하다.

[0044] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항 방출량 및 방출률을 나타낸 예시도 이다.

[0045] 도 5에 도시한 바와 같이, 초기 대량 방출기간은 방출률이 급격히 증가한 후 일정해지는 구간으로 결정할 수 있으며, 지속적 방출기간의 경우 방출률이 일정한 구간을 근거로 결정할 수 있다. 따라서, DT_1과 DT_2의 결정은 방사선원항 방출량으로만 결정한 경우보다 객관성을 높일 수 있다.

[0046] 상기 방출량 결정부(30)는 상기 결정된 시간적 특성을 고려하여 최종 방출량을 결정한다(S14). 예를 들면, 상기 방출량 결정부(30)는 상기 결정된 시간적 특성에 따른 방출 기간에 근거하여 최종 방출량을 결정(평가)한다. 상기 전산 프로그램에 의해서 계산된 누적 방출량은 계산 시작 시간부터, 일반적인 방출량 계산은 원자력발전소의 원자로가 정지되는 시점으로부터 방출 시작 시점 및 방출 기간를 고려하여 해당 시간의 방출량으로 결정한다. 예를 들어, 도 3에서 전산 프로그램의 계산 시작 시점을 0시간으로 하면, 실제 방출시점은 ST에 방출기간 DT를 더하여 방출량 산출 시점을 결정한다. 방출량 산출 시점이 결정되면, 방출량은 산출 시점에서의 누적 방출량이 된다.

[0047] 상기 시간 의존적 특성을 고려하여 방사선원항 방출량을 결정할 경우는 결정된 각 방출기간을 고려하여 방출량

을 결정한다. 위의 예에서 방출기간 DT를 각각 DT_1과 DT_2로 나누었다고 가정하면, 도 3에서와 같이 계산 시작 시점으로부터 방출 기간 동안 방출량 결정 시점은 각각 다음과 같다.

[0048] - 첫 번째 기간동안 방출량 결정 시점: $RT_1 = ST + DT_1$

[0049] - 두 번째 기간동안 방출량 결정 시점: $RT_2 = ST + DT_1 + DT_2$

[0050] 각각의 경우, 방출량은 다음과 같이 산출한다.

[0051] - 방출량 RA_1 = RT_1에서의 방출량

[0052] - 방출량 RA_2 = RT_2에서의 방출량 - RT_1에서의 방출량

[0053] 방사선 영향 평가에 요구되는 방사선원항 방출 특성 즉, 방출 관련 시간 변수값과 방사선원항 방출량을 요약하면 표 3과 같이 나타낼 수 있다. 이렇게 작성된 표를 기초로 구체적인 방사선 영향 평가를 수행하게 된다.

표 3

[0054]

방출 유형군	방출 구간	방출 시작시간	방출기간	경고시간	방출 에너지량	방사선원항 그룹별 방출량			
						그룹 a	그룹 b	....	그룹 x
SC_1	방출구간 1	ST	DT_1	WT	SH_1	RA_{a1}	RA_{b1}	....	RAx_1
	방출구간 2	ST	DT_2	WT	SH_2	RA_{a2}	RA_{b2}	....	RAx_2
	....	....	....	....	....	....	....	...	...
	방출구간 n	ST	DT_n	WT	SH_n	RA_{an}	RA_{bn}		RAx_n
SC...									
SC $^{\alpha}$									

[0055] 여기서, WT는 경고 시간, ST는 방출 시작 시간, DT는 방출 기간, RT는 방출량 결정 시점, RA는 방사선원항 외부 (누적)방출량, 아래첨자 x는 방사선원항 총 그룹수, SH는 방출 에너지량, 아래 첨자 $^{\alpha}$는 총 방출 구간을 나타낸다.

[0056] 이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 방사선원항의 방출량 검출 장치 및 그 방법은, 원자력 발전소의 방사선 비상 시 방사선원항 방출의 시간의존성을 용이하게 고려하기 위하여 누적적분 방식의 방사선원항 방출량을 차분화(Differentiation)하여 방출률로 계산함으로써 방사선으로 인한 영향을 보다 현실적으로 평가할 수 있다. 또한, 효과적인 분석을 통해서 방사선 비상 대응 수단들에 대한 정량적 비교 평가가 가능하여 안전성 입증 및 비상 대응 대책의 효과적 개선 등이 가능하다.

[0057] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

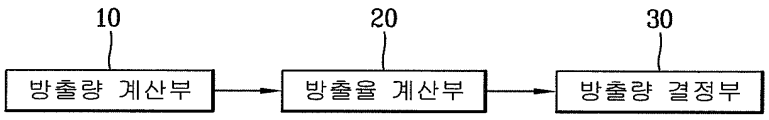
부호의 설명

[0058] 10: 방출량 계산부 20: 방출률 계산부

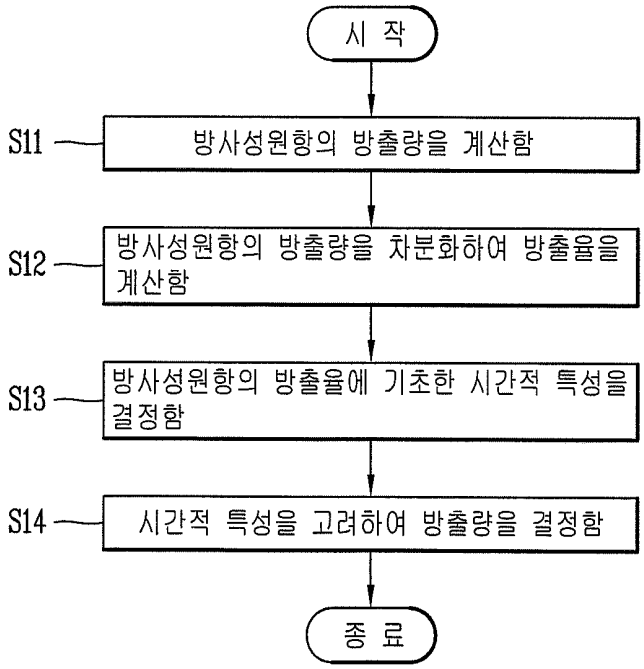
30: 방출량 결정부

도면

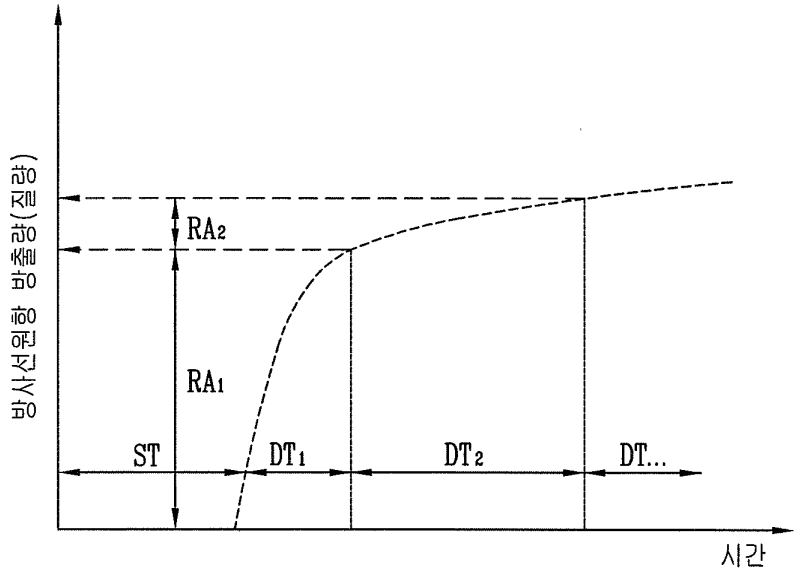
도면1


10
20
30
방출량 계산부
방출율 계산부
방출량 결정부

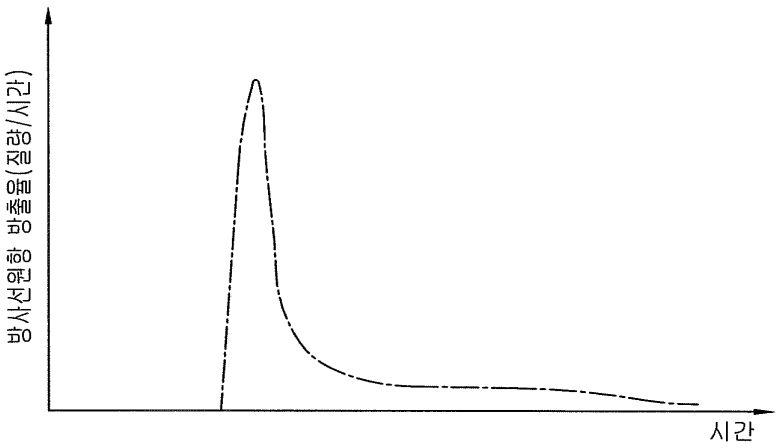
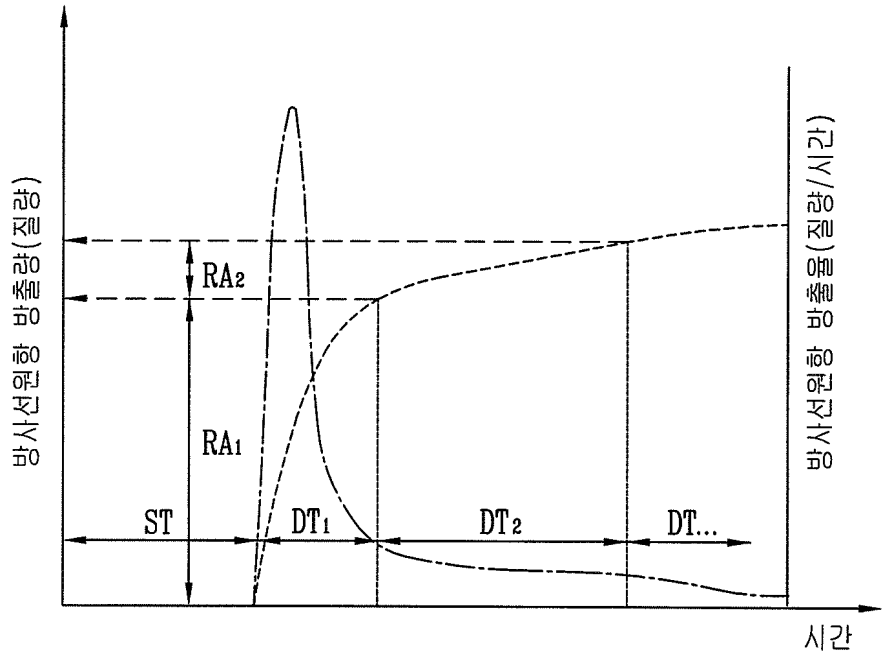
도면2


시 작
S11
방사성원항의 방출량을 계산함
S12
방사성원항의 방출량을 차분화하여 방출율을 계산함
S13
방사성원항의 방출율에 기초한 시간적 특성을 결정함
S14
시간적 특성을 고려하여 방출량을 결정함
종 료

도면3



도면4



도면5