



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월31일  
(11) 등록번호 10-1540670  
(24) 등록일자 2015년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G21C 17/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0022816

(22) 출원일자 2014년02월26일

심사청구일자 2014년02월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP07311271 A

KR101364619 B1

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

(72) 발명자

조재완

대전광역시 유성구 가정로 43, 110동 1605호 (신성동, 삼성한울아파트)

신호철

대전광역시 유성구 구즉로 16, 114동 503호 (송강동, 한마을아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박장원

전체 청구항 수 : 총 5 항

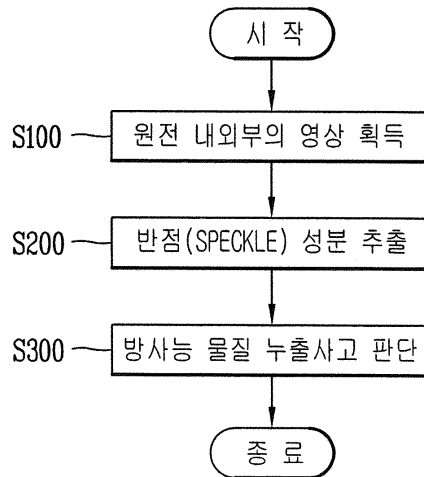
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 카메라 영상을 이용한 방사능 누출사고 감지 시스템 및 감지 방법

(57) 요약

본 발명은, 원전의 내외부에 설치되는 감시카메라, 및 상기 감시카메라로 획득되는 영상을 분석하여 방사능 물질의 누출여부를 판단하는 분석부를 포함하고, 상기 분석부는 상기 감시카메라 영상의 전체 픽셀 중 선량율에 비례하여 선형적으로 증가하는 반점(speckle)의 분포비율이 기준값을 초과하는 경우, 이를 방사능 물질 누출사고로 판단하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 방사능 누출사고 감지 시스템을 제공한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

**서용철**

대전광역시 중구 신기로7번길 13 (석교동)

**최영수**

대전광역시 유성구 배울2로 134, 101동 604호 (용산동, 대덕테크노밸리2차푸르지오1단지)

**정경민**

대전광역시 유성구 노은동로 219, 302동 402호 (지족동, 열매마을3단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012M2A8A1029350

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국과학재단

연구사업명 원자력연구개발사업

연구과제명 원자력 비상상황 원격대응 핵심기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2012.06.12 ~ 2017.05.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

원전의 내외부에 설치되는 감시카메라;

상기 감시카메라로 획득되는 영상의 전체 픽셀 중 선량율에 비례하여 선형적으로 증가하는 반점(speckle)의 분포비율이 기준값을 초과하는 경우, 이를 방사능 물질 누출사고로 판단하도록 이루어지는 분석부;

상기 영상에서 상기 반점을 제외한 변화를 제거시키도록, 상기 감시카메라의 렌즈부를 가로막아 상기 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)을 차단하는 차단필터;

상기 차단필터와 연결되어 상기 차단필터가 상기 렌즈부를 선택적으로 가로막도록 동작시키는 구동부; 및

상기 차단필터가 상기 렌즈부를 가린 상태에서 획득되는 제1 영상과 상기 차단필터가 상기 렌즈부를 가리지 않은 상태에서 획득되는 제2 영상이 상기 감시카메라를 통해 제공될 수 있도록, 상기 구동부의 동작에 대한 신호를 일정 시간 간격을 가지고 상기 구동부로 전달하도록 이루어지는 스위치부를 포함하는 방사능 누출사고 감지 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분석부는 상기 영상 중에서 상기 반점 성분만을 추출하도록, 상기 영상의 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리가 가능하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 방사능 누출사고 감지 시스템.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

감시카메라로 원전 내외부의 영상을 획득하는 단계;

상기 영상 중 선량율에 비례하여 선형적으로 증가하는 반점(spackle) 성분을 추출하는 단계; 및

상기 영상의 전체 픽셀 중 상기 반점의 분포비율을 분석하여 기준값을 초과하는 경우, 이를 방사능 물질 누출사고로 판단하는 단계를 포함하고,

상기 영상에서 상기 반점을 제외한 변화를 제거시키도록, 차단필터에 의해 상기 감시카메라의 렌즈부를 가로막아 상기 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)을 차단하고,

구동부에 의해 상기 차단필터가 상기 렌즈부를 선택적으로 가로막도록 동작시키며,

스위치부에 의해 상기 차단필터가 상기 렌즈부를 가린 상태에서 획득되는 제1 영상과 상기 차단필터가 상기 렌즈부를 가리지 않은 상태에서 획득되는 제2 영상이 상기 감시카메라를 통해 제공될 수 있도록, 상기 구동부의 동작에 대한 신호를 일정 시간 간격을 가지고 상기 구동부로 전달하는 것을 특징으로 하는 방사능 누출사고 감지 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 반점 성분은 상기 영상의 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 방사능 누출사고 감지방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 반점(spackle) 성분의 추출은, 상기 차단필터에 의해 일정 시간 간격으로 상기 감시카메라의 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)이 차단된 상태에서 획득된 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 방사능 누출사고 감지 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 카메라로 촬영되는 영상을 이용하여 방사능 물질의 누출 사고를 감지하는 시스템 및 감지 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 원전을 구성하는 원자로와 증기발생기를 연결하는 고온 또는 저온 배관에서 파단이 발생하는 경우 또는, 노내 계측 배관의 파손에 의해 원자로 냉각재가 누설되어 중대사고로 연결되는 경우, 원자로 격납건물 상부에 설치되는 RE 센서(감마선 선량을 계측센서)에 의한 사고 감지가 조기에 이루어지기 어려울 수 있다.

[0003] 구체적으로, 원자로 격납건물의 내부는 방사선 차폐벽 등의 콘크리트 구조물들이 여러겹으로 설치되어 있기 때문에 방사능 물질을 포함하는 원자로 냉각재가 상기 RE센서가 설치된 원자로 격납건물 상부까지 자연 대류에 의해 확산되는데 시간이 소요되며, 이렇게 소요되는 시간만큼 사고의 감지가 지연된다. 또한, 상기 RE 센서는 고준위 대역을 감지하는 센서이기 때문에, 감마선 선량의 크기가 작을 경우에는 상대적으로 중대사고에 대한 감지가 지연될 수도 있다.

[0004] 따라서, 원전을 구성하는 배관의 파단 사고가 발생하였을 때 누출되는 방사능 물질의 선량률이 작은 경우에도, 이를 신속하게 감지하여 방사능 물질의 누출 사고를 조기에 대비할 수 있는 방사능 누출사고 감지 시스템의 개발이 고려될 수 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

(특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 공개특허공보 특개평07-311271호(1995.12.28.)

(특허문헌 0002) 특허문헌 2 : 한국 등록특허공보 제10-1364619호(2014.02.20.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은 원전에서 누출되는 방사능 물질의 선량률이 작은 경우에도, 신속하게 방사능 물질의 누출 여부를 감지할 수 있는 감지 시스템을 제공하기 위한 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 이와 같은 본 발명의 해결 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사능 누출사고 감지 시스템은, 원전의 내외부에 설치되는 감시카메라, 및 상기 감시카메라로 획득되는 영상을 분석하여 방사능 물질의 누출여부를 판단하는 분석부를 포함하고, 상기 분석부는 상기 감시카메라 영상의 전체 픽셀 중 선량율에 비례하여 선형적으로 증가하는 반점(speckle)의 분포비율이 기준값을 초과하는 경우, 이를 방사능 물질 누출사고로 판단

하도록 이루어진다.

- [0007] 본 발명과 관련한 일 예에 따르면, 상기 분석부는 상기 영상 중에서 상기 반점 성분만을 추출하도록, 상기 영상의 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리가 가능하도록 이루어진다.
- [0008] 상기 방사능 물질 누출사고 감지 시스템은, 상기 영상에서 상기 반점을 제외한 변화를 제거하도록, 상기 감시카메라의 렌즈부를 가로막아 상기 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)을 차단하는 차단필터를 더 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 방사능 물질 누출사고 감지 시스템은, 상기 차단필터와 연결되어 상기 차단필터가 상기 렌즈부를 선택적으로 가로막도록 구동시키는 구동부를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 방사능 물질 누출사고 감지 시스템은, 상기 구동부에 연결되어 일정 시간 간격으로 상기 차단필터를 구동시키도록 상기 구동부에 신호를 전달하는 스위치부를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기한 과제를 실현하기 위하여 본 발명은 방사능 누출사고 감지 방법을 제안한다. 상기 방사능 누출사고 감지 방법은, 감시카메라로 원전 내외부의 영상을 획득하는 단계, 상기 영상 중 선량율에 비례하여 선형적으로 증가하는 반점(spackle) 성분을 추출하는 단계, 및 상기 영상의 전체 픽셀 중 상기 반점의 분포비율을 분석하여 기준값을 초과하는 경우 이를 방사능 물질 누출사고로 판단하는 단계를 포함한다.
- [0012] 본 발명과 관련한 다른 일 예에 따르면, 상기 반점 성분은 상기 영상의 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리에 의해 이루어질 수 있다.
- [0013] 상기 반점(spackle) 성분의 추출은, 차단필터에 의해 일정 시간 간격으로 상기 감시카메라의 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)이 차단된 상태에서 획득된 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리에 의해 이루어질 수 있다.

**발명의 효과**

- [0014] 본 발명의 방사능 물질 누출사고 감지 시스템은, 방사능 물질에 반응하여 카메라 영상에 나타나는 반점(speckle)의 분포비율을 근거로 방사능 물질의 누출 여부를 판단하므로 방사능 물질 누출 사고를 조기에 감지하여 대비할 수 있다.
- [0015] 또한, 카메라의 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)을 차단하는 차단필터를 구비하여 반점 성분만을 효과적으로 추출할 수 있으므로, 방사능 물질 누출 사고 판별의 신뢰성을 보다 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사능 물질 누출사고 감지 시스템을 구비하는 원전을 나타낸 개념도.  
 도 2a는 도 1에 도시된 방사능 물질 누출사고 감지 시스템에 구비되는 차단필터가 가시광을 차단하는 상태를 나타낸 개념도.  
 도 2b는 도 1에 도시된 방사능 물질 누출사고 감지 시스템에 구비되는 차단필터가 가시광의 차단을 해제한 상태를 나타낸 개념도.  
 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 방사능 누출사고 감지 방법을 나타낸 흐름도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0017] 이하, 본 발명의 배관 내부 검사로봇에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0018] 본 명세서에서는 서로 다른 실시예라도 동일·유사한 구성에 대해서는 동일·유사한 참조번호를 부여하고, 그 설명은 처음 설명으로 갈음한다. 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사능 물질 누출사고 감지 시스템을 구비하는 원전을 나타낸 개념도이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사능 누출사고 감지 시스템(100)은 원전(10) 내외부의 주요기기가 위치하는 곳에 다수 배치될 수 있다.
- [0021] 이하, 방사능 누출사고 감지 시스템(100)이 방사능 물질 누출사고를 판단하는 메커니즘에 대하여 도 2a 및 도

2b를 참조하여 설명한다.

- [0022] 도 2a은 도 1에 도시된 방사능 물질 누출사고 감지 시스템에 구비되는 차단필터가 가시광을 차단하는 상태를 나타낸 개념도이고, 도 2a은 도 1에 도시된 방사능 물질 누출사고 감지 시스템에 구비되는 차단필터가 가시광의 차단을 해제한 상태를 나타낸 개념도이다.
- [0023] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 방사능 누출사고 감지 시스템(100)은 감시카메라(110) 및 분석부(120)를 포함한다.
- [0024] 감시카메라(110)는 도 1에 도시된 원전(10)의 내외부에 설치되어 작업자의 출입통제 및 안전계통 핵심기기의 동작상태를 감시하는 역할을 수행할 수 있다. 또한, 감시카메라(110)는 CCD 카메라 또는 CMOS 카메라로 구성될 수 있다.
- [0025] 분석부(120)는 감시카메라(110)로 획득되는 영상을 분석하여 방사능 물질의 누출여부를 판단하도록 이루어진다. 보다 구체적으로, 감시카메라(110)는 고준위 감마선 선량율에 노출되면 백색의 반점(speckle)이 영상에 나타나게 된다. 감마선에 의해 발생하는 상기 반점은 감시카메라(110)에 조사되는 감마선 선량율의 세기에 비례하여 선형적으로 증가한다. 이때, 분석부(120)는 상기 영상의 전체 픽셀 중 상기 반점의 분포비율이 기준값을 초과하는 경우, 이를 방사능 물질 누출사고로 판단하도록 이루어진다.
- [0026] 한편, 분석부(120)는 상기 영상 중에서 반점 성분만을 추출하도록, 감시카메라(110)로 획득되는 영상의 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리가 가능하도록 이루어질 수 있다.
- [0027] 또한, 방사능 누출사고 감지 시스템(100)은 차단필터(130)를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 차단필터(130)는 상기 영상에서 상기 반점을 제외한 변화를 제거하도록 이루어진다. 구체적으로, 감마선에 의한 상기 반점은 조도에 관계없이 감시카메라(110)에 일정하게 조사되는 감마선 선량율의 세기에 비례하여 나타나게 된다. 차단필터(130)는 감시카메라(110)의 렌즈부를 가로막아 상기 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)을 차단하여 상기 반점의 변화만을 획득할 수 있도록 이루어진다. 이에 따라, 방사능 물질 누출사고 발생시 배관의 파단된 부위를 통해 발생하는 고온의 수증기에 의한 상기 영상의 배경 변화를 제거시킨 상태에서 상기 반점의 변화만을 추출할 수 있다.
- [0029] 또한, 방사능 누출사고 감지 시스템(100)은 구동부(140)를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 구동부(140)는, 차단필터(130)와 연결되어 차단필터(130)가 감시카메라(110)의 렌즈부를 선택적으로 가로막도록 구동시킨다. 예를 들어, 구동부(140)는 도 2a에 도시된 바와 같이 차단필터(130)를 구동시켜 상기 렌즈부를 가로막도록 이동시키고, 일정 시간이 경과한 후에 도 2b에 도시된 바와 같이 상기 렌즈부를 가로막은 차단필터(130)를 이동시켜 가시광의 차단을 다시 해제시킬 수 있다.
- [0031] 또한, 방사능 누출사고 감지 시스템(100)은 스위치부(150)를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 스위치부(150)는 구동부(140)에 연결되어 일정 시간 간격으로 차단필터(130)를 구동시키도록 구동부(140)에 신호를 전달하도록 이루어진다. 이에 따라, 감시카메라(110)는 원전(10) 내외부의 주요시설 및 작업자를 감시하는 영상과 방사능 물질에 의해 나타나는 상기 반점에 대한 영상을 효과적으로 제공할 수 있다.
- [0033] 이하, 방사능 누출사고 감지 방법에 관하여 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0034] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 방사능 누출사고 감지 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0035] 도 3을 참조하면, 방사능 누출사고 감지 방법은, 감시카메라(110)로 원전(10) 내외부의 영상을 획득하는 단계(S100), 상기 영상 중 선량율에 비례하여 선형적으로 증가하는 반점(speckle) 성분을 추출하는 단계(S200), 및 상기 영상의 전체 픽셀 중 상기 반점의 분포비율을 분석하여 기준값을 초과하는 경우, 이를 방사능 물질 누출사고로 판단하는 단계(S300)를 포함한다.
- [0036] 또한, 상기 반점 성분은 상기 영상의 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리에 의해 이루어질 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 반점 성분의 추출은, 차단필터(120)에 의해 일정 시간 간격으로 감시카메라(110)의 렌즈부로 입사되는 가시광(visible light)이 차단된 상태에서 획득된 전후 프레임(frame)에 대한 감산(subtraction)처리에 의해 이루어질 수 있다. 이에 따라, 상기 영상의 배경 변화가 없는 상태에서 상기 반점 성분의 변화만을 효과적으로 추출할 수 있다.
- [0038] 다만, 본 발명의 권리범위는 위에서 설명된 실시예들의 구성과 방법에 한정됨은 아니고, 상기 실시예들은 다양

한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다. 또한, 특허청구범위로부터 파악되는 본 발명의 권리범위와 비교하여 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자 수준에서 변형, 부가, 삭제, 치환 가능한 발명 등 모든 균등한 수준의 발명에 대하여는 모두 본 발명의 권리 범위에 속함은 자명하다.

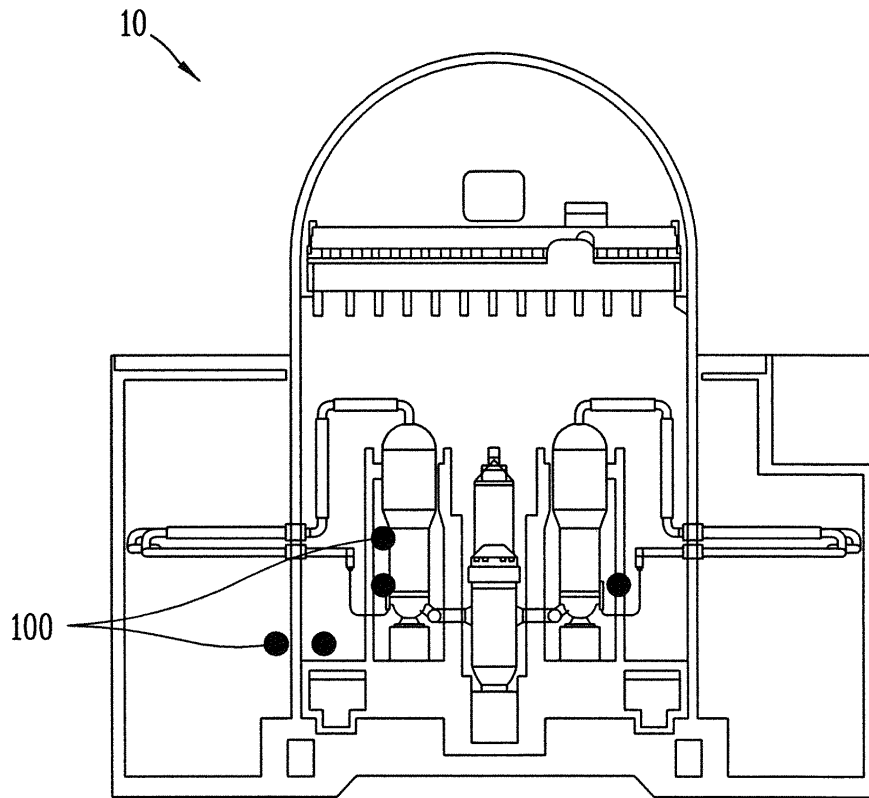
**부호의 설명**

[0039]

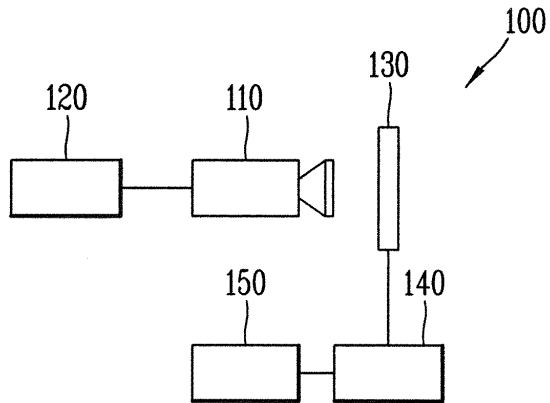
- |                       |             |
|-----------------------|-------------|
| 100 : 방사능 누출사고 감지 시스템 | 110 : 감시카메라 |
| 120 : 분석부             | 130 : 차단필터  |
| 140 : 구동부             | 150 : 스위치부  |

**도면**

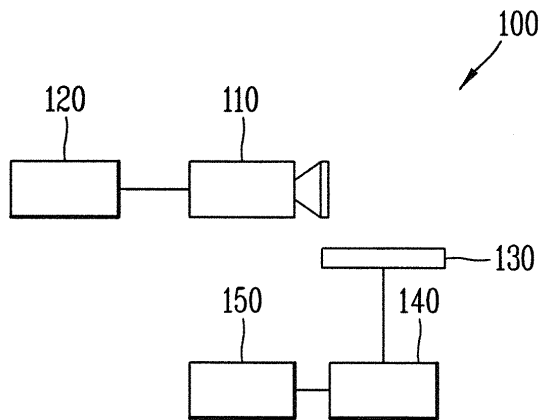
**도면1**



도면2a



도면2b



도면3

