

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G21C 17/00

(45) 공고일자 1990년12월22일  
(11) 공고번호 특1990-0009109

(21) 출원번호	특1984-0002719	(65) 공개번호	특1985-0000131
(22) 출원일자	1984년05월18일	(43) 공개일자	1985년02월25일
(30) 우선권주장	83-8276 1983년05월19일 프랑스(FR)		
(71) 출원인	프라마토메 공빠뉴 찰스 브루닝고 프랑스공화국, 꾸르베봐 92400, 프라스 드 라 꾸플 두르 피아트 1		
(72) 발명자	장 레로 프랑스공화국, 기-사르-이베떼 91190, 제네랄 레끄레르 아브뉴 91 뵘에르 뤼쑈		
(74) 대리인	프랑스공화국, 뽀랑 메스니으 93150, 죠르쥬 끌레망쇼 아브뉴 15 이병호		

**심사관 : 정용식 (책자공보 제2138호)**

**(54) 가압수형 원자로의 코아전력분포의 고장탐지 과정 및 장치**

**요약**

내용 없음.

**대표도**

**도1**

**명세서**

[발명의 명칭]

가압수형 원자로의 코아전력분포의 고장탐지 과정 및 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 코아전력을나타내는 파라미터 측적용 센서를 구비한 원자로의 코아평면도.

제2도는 제1도의 AA를 절취한 단면도.

제3도는 제1도 및 제2도의 플렉스 챔버에 의해 측정된 중성자 플렉스 측정신호의 해석장치도면.

제4도는 제3도와 유사하게 측정한 온도를 신호로 인가하는 장치도면.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 1 : 원자로
- 2 : 코아
- 4 : 중성자 플렉스 챔버
- 9 : 온도센서
- 12, 12' : 선택기 회로 출력신호
- 16, 34 : 비대칭 출력신호
- 19, 24, 44 : 다수결 논리 장치
- 21 : 시간 도함수
- 26 : 평균 온도 신호
- 29 : 최대 신호
- 30 : 최소 신호
- 37 : 중심 열전쌍 신호
- 41 : 적분기

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 가압수형 원자로의 코아전력분포에서 고장의 탐지에 관한 것이다.

가압수형 원자로의 전력은 제어원자군, 즉 중성자 흡수물질로 된 제어봉을삼입하고 철회하는 여러수단에 의해 제어된다. 제어원자군은 핵연료봉 가운데에 섞여 원자로 코아의 내부에서 서로 평행하게 배열되어 있다.

원자로가 동작할 때 원자로의 전력과 전력의 분포를 제어하는 일은 매우 중요하다. 전력분포에 고장이 나면 핵연료봉의 보전에 위험이 되는데, 핵연료봉이 발산하는 열량이 너무 커서 흡수되지 않고 열전달 유체에 의해 외부로 배출되거나 또는 열전달 유체가 순환하지 않으면 핵연료봉은 엄청난 피

해를 주게 된다. 핵연료봉에 접속한 가압수의 비등점과 핵연료봉의 융점은 반드시 피해야 하는 현상이다. 비등점은 핵연료봉을 따라 증막기를 형성하고, 증기막은 핵연료봉과 가압수 사이에 교환이 일어나는 것을 방해하며 온열 현상을 일으킨다. 핵연료봉의 융점은 물질의 융점까지 온도를 국부적으로 상승시키는 과도한 전력방출을 일으키는데, 단위길이당 전력수치 또는 선형전력이 어떤 임계치를 넘을 때 융점상태가 일어난다.

핵연료봉의 보존을 위협하는 현상은 제어원자군의 위치를 틀리게 하는데, 즉 제어원자군의 불시의 와해로 인해 제어샤프트에서 이탈되고, 이된 원자군이 남아서 원자로의 시동에 관여하여 또는 인접한 원자군에 관하여 원자군의 잔류편차를 일으킨다.

원자군의 제어를 위하여 샤프트의 위치를 설정하는 과정이 알려져 있지만, 원자군이 제어샤프트에서 이탈하는 경우에는 고장을 탐지할 수 없다.

상기의 이유로써, 본 발명의 목적은 가압수용 원자로의 코아전력분포에서 고장을 탐지하는 과정에 관한 것이며, 상기 과정을 사용함으로써 코아의 위치나 원인에 상관없이 코아전력분포에서 모든 고장을 고도로 예민하게 탐지할 수 있다. 발명의 다른 목적은 어떤 센서가 어떠한 이유로써 작용을 하지 않을지라도 매우 확실하게 고장을 탐지할 수 있는 과정에 관한 것이다.

본 발명에 의해 가압수용 원자로의 코아전력분포에서 고장을 탐지하는 과정은 코아전력을 나타내는 파라미터가 측정되고, 파라미터는 정해진 지침번호에서 측정되며, 파라미터를 위하여 축소 측정치에 대한 최대 최소 측정치간의 차이에 관한 비율이 결정되고, 비율이 설정치와 비교하여 설정치보다 크면 고장이 탐지되는 과정이다.

상기 비율의 시간 도함수를 계산하여 설정치와 비료하고, 시간 도함수가 설정치보다 크면 고장이 탐지되는 고도로 예민한 과정을 가지고 있다.

최대의 안전성을 유지하기 위하여 파라미터를 측정하는 지침은 여러그룹에 분포되어 있으며, 그룹의 지침은 여분의 파라미터를 측정하기 위하여 다른 그룹내에 동일한 지침을 가지고 있는데, 그때 상기 과정으로써 그룹에 인가되어 만약 그룹의 총번호보다 작은 그룹내에서 고장이 탐지될지라도 안전한 수치를 얻을 수 있다.

본 발명은 상기 과정을 사용하는 장치에 관한 것이다. 장치는 코아주변에서 대칭으로 배열된 8개의 측정센서를 구비하며, 센서는 여분의 측정을 위하여 2개의 동일한 센서와 연결되어 있으며, 상기 상기 비율을 계산하는 수단과 설정치를 비교하는 수단을 구비하고 있다.

본 발명에 의한 1차 실시예으로써 측정센서는 코아내부에 중성자 플렉스체임버로 되어있다.

2차 실시예으로써 측정센서는 온도센서로 되어 있다.

3차 실시예으로써 측정센서는 중성자 플렉스 체임버와 온도센서를 구비하고 있다.

플렉스 체임버는 여분의 측정을 위하여 다른 단계에 위치한 다른 3개의 동일한 체임버에 연결되어 있으며, 채널의 출구에 위치한 온도센서는 여분의 측정을 위하여 코아연료조립체 사이의 간격에서 2개의 동일한 센서에 연결되어 있다.

본 발명에 의한 장치는 코아중심에서 전력을 나타내는 파라미터를 측정하기 위한 센서와, 상기 센서에 의해 측정된 수차와 코아주변에 있는 동일한 파라미터를 측정하기 위한 센서에 의해 측정된 평균 수차 비교하는 수단과, 코아중심과 주변사이의 평균차이를 고려하기 위하여 코아중심에 있는 센서에 의해 측정된 수치를 수정하는 수단과, 여분의 측정을 위하여 2개의 동일한 센서와 연결되어 있는 측정센서로 구비되어 있다.

첨부된 도면과 함께 본 발명의 양호한 실시예를 더욱 상세히 기술할 것이다.

제1도와 제2도에서, 원자로(1)는 다수의 구획실(3)을 가진 코아(2)를 구비하며(제1도에서), 구획실에는 종래의 과정과 마찬가지로 핵연료봉이 서로 평행하게 배열되어 있으며, 구획실중 몇 개는 원자군 배열을 이룬 중성자 흡수물질로 된 제어봉을 구비하며 핵연료봉에 설치된 안내관으로 미끄러질 수 있다. 도면을 간단히 하기 위해 핵연료봉과 원자군은 도시되어 있지 않다.

중성자 플렉스 체임버(4)는 코아에 의해 2개의 대칭축을 이룬 단부에서 4개의 평행판으로 코아 외부의 주변에 배열되어 있다. 제1도에 도시된 바와 같이 4개의 체임버(4)는 45, 135, 225, 315° 에 위치하여 있다. 종래의 방식과 마찬가지로 체임버(4)는 중성자 플렉스의 신호와 코아전력 함수를 전달한다. 동일한 평판에 있는 중성자 플렉스 체임버(4)는 "그룹"으로 칭하며; 따라서 제1도에 도시한 4개의 체임버는 같은 그룹에 속한다.

제2도에서, 평판 P1, P2, P3, P4는 각각 그룹 1, 그룹 2, 그룹 3, 그룹 4에 속하는 중성자 플렉스 체임버(4)를 구비하고 있다. 그룹의 중성자 플렉스 체임버에서 전달된 신호는 각각의 그룹(1, 2, 3, 4)에 속하는 중성자 플렉스 체임버(5, 6, 7, 8)는 이하에 기술할 것이다.

제1도에서, 온도센서(9)는 코아중심에서 가까운 코아주변에 3개씩 배열되어 있다. 센서(9)는 일차 유체가 순환하는 채널의 입구에서 하나의 평판에만 놓여있다. 센서(9)에서 측정된 수치는 일차 유체의 여러출구지침에서 일차 유체의 출구온도에 관한 수치를 나타내며 원자로의 전력을 나타낸다(일차 유체의 입구 온도는 모든 채널에서 동일하다고 가정하는데, 그러므로 온도의 변화는 센서에서 측정된 모든 수치와 동일한 변화를 유도하고 전력분포의 고장을 탐지하는 데 방해가 되지 않는다). 제1도에서 주변의 센서(9)는 2개의 수직축을 이루며, 0, 90, 180, 270° 로 배열되어 있고, 다른 3개의 센서는 중심의 원자군 가까이에 놓여 있다. 2개의 축상에 놓인 주변의 센서는 중성자 플렉스 체임버가 놓인 축에 의해 형성된 각에 관하여 2등분선을 형성한다. 온도센서(9)는 3개의 그룹(1', 2', 3')을 형성하며, 그룹은 0°, 90°, 180°, 270° 와 코아중심에 놓여 5개의 성분을 이루고 있다. 측정된 온도는 동일한 채널의 출구에 놓인 3개의 센서에 대해 동일하다고 간주되므로, 그룹의 센서는 여분의 측정을 위하여 다른 그룹에서 동일한 온도센서를 가지며, 동일한 방법으로 사용하여 여러단

계에 놓인 4개의 중성자 플럭스 체임버는 여분의 플럭스를 측정한다.

동일한 그룹의 온도센서에서 전달된 신호를 신호(10, 10', 10")를 해석하는 장치로 들어가며, 3개의 장치는 각각 센서(9)의 그룹에 해당한다. 제2도에는 장치(10, 10', 10")가 도시되어 있지 않다.

제3도에는 중성자 체임버에서 전달된 신호를 해석하는 장치가 자세히 도시되어 있다. 그룹(1)의 신호에 대한 해석만을 기술하는데, 그룹(2, 3, 4)의 신호에 대한 해석도 동일한 방법으로 실행된다. 기준면에 있는 플럭스 측정치의 신호, 즉 45°, 135°, 225°, 315°의 동일한 평면에 놓인 체임버(4)의 신호는 그룹(1)의 해석(5)의 입력에 인가된다. 우선 신호는 2개의 선택기 회로(11, 11')로 들어 가는데, 4개의 신호중에서 1차 회로(11)는 최대신호를 선택하고, 2차신호(11')는 최소신호를 선택한다. 회로(11, 11')의 2개의 출력신호(12, 12')는 비료측정기(13)에서 비교되고, 그렇게 얻어진 신호(14)는 분할기(15)에서 신호(12')(최소신호)로 나누어진다. 출력신호(16)는 코아전력의 분포에 대해 비대칭을 나타낸다. 신호(16)는 설정치에 좌우되는 임계릴레이에 인가되며, 임계릴레이는 코아전력의 분포에 고장으로 나타나는 논리 신호(18)를 전달한다. 그룹(2, 3, 4)에 따른 장치(6, 7, 8)에서 산출된 신호는 장치(5)에서 산출된 신호(18)를 전달한다. 그룹(2, 3, 4)에 따른 장치(6, 7, 8)에서 산출된 신호는 장치(5)에서 산출된 신호(18)와 같이 2/4 다수결 논리장치(19)에 인가된다. 신호(16)는 유니트(20)에 인가되며, 유니트는 신호(16)의 시간 도함수를 나타내는 신호(21)를 만든다. 신호(21)는 임계릴레이(22)에 인가되며, 임계릴레이는 내부설정치와 신호(21)를 비교한다. 릴레이(22)에서 산출된 신호(23)와 동일하게 장치(24)에 들어간다. 신호(23)중 2개가 어떤 임계를 넘을 때 안전하게 측정된다. 상기의 방법을 사용하여 코아전력의 분포에서 순간적으로 평형을 잃은 일시적인 고장이 탐지된다.

제4도에서, 장치(10, 10', 10")는 온도센서(9)에서 전달된 신호를 해석한다. 그룹(2', 3')에 속하는 장치(10', 10")는 다른 그룹(1')에 속하는 장치(10)와 동일하므로 장치(10)만을 기술하기로 한다.

즉 0°, 90°, 180°, 270에 놓인 주변 열전쌍에서 측정된 신호는 한편으로는 평균수치신호(26)를 결정하는 회로(25)에 인가되고, 다른 한편으로는 최대신호(29)와 최소신호(30)를 결정하는 2개의 선택기회로(27, 28)에 인가된다.

2개의 신호(29, 30)는 비교측정기(31)에서 비교되고, 비교측정기에서 산출된 신호(32)는 분할기(33)에서 최소신호(30)로 나누어진다. 신호(34)는 코아전력의 분포에서 비대칭을 나타낸다. 신호(34)는 설정치에 좌우되는 임계릴레이(35)에 인가되며, 릴레이는 논리신호(36)를 산출한다.

주변 열전쌍의 평균 온도 신호(26)는 비교 측정기(38)에서 중심 열전쌍에서 측정된 신호(37)과 비교된다. 비교측정기의 출력신호(39)는 코아중심의 온도와 코아주변의 평균온도 사이의 차이를 나타내며 임계릴레이(40)에 인가되고, 임계릴레이는 코아의 중심과 주변간에 비대칭을 탐지하는 논리신호를 만든다. 코아중심과 코아주변 사이에서 전력의 평균 차이를 고려하기 위하여 적분기(41)는 중심 열전쌍에서 전달된 신호(37)가 항상 리세트상태를 유지하게 한다.

임계릴레이(35, 40)에서 전달된 신호(36, 36')는 논리장치(42)에 인가되며, 만약 신호(36, 36')가 둘다 '0'이면 논리장치의 출력신호(43)는 '0'이며, 신호중(36 또는 36') 하나가 '1'이면, 즉 코아주변이나 또는 코아중심과 주변에서 고장이 탐지된다면 출력신호는 '1'이다.

출력신호(43)는 그룹(2, 3)에서 산출된 유사한 신호와 함께 2/3 다수결 논리장치(44)에 인가된다. 만약 온도센서의 3개의 그룹중에서 2개가 전력분포의 고장으로 탐지된다면 안전하게 측정된다.

본 발명에 의하면, 코아 4상한에 있어서 제1도에 도시한 4개의 축중 1개 또는 코아중심에서 어느곳에 고장이 일어나더라도 코아전력의 분포에 고장이 탐지된다. 본 발명에 의하면 영구적 고장뿐만아니라 순간적으로 평형을 잃고 일어난 일시적 고장이 도함수의 계산수단으로써 탐지된다. 사용된느 계산과정은 고도로 예민하게 고장이 탐지할 수 있다.

여분의 측정치를 사용함으로써 고도의 안정성을 유지하며, 또한 코아동작을 멈추지 않고 고장난 센서그룹을 수선할 수 있다.

상기의 실시예에서 따라 본 발명의 정신과 기술사상을 벗어남이 없이 수정 및 변경이 가능하다.

원자로를 보호하고 제어하는 시스템에서, 코아의 기하학적 구조(4각 또는 8각)와 제어원자군의 그룹에서 동시에 동작하는 대칭형식과 탐지기의 다른 기능과 연관된 구속력에 의한 기능 때문에 측정센서를 선택하고 위치 선정하는 과정은 변경할 수 있다.

코아중심을 제어하기 위해서 온도센서보다 중성자 플럭스 체임버를 사용할 수도 있다. 신호 해석 장치는 온도측정을 위해 중심센서의 신호를 해석하는 장치와 유사하다.

온도측정용 센서나 또는 중성자 플럭스 측정용 체임버중 하나만을 사용할 수도 있다.

센서는 코아내부에 위치할 수도 있고 코아주변에 위치할 수도 있다. 코아내부의 온도와 코아중심에서 코아주변을 향하여 감소하는 온도차이를 고려하기 위하여 리세트 장치를 구비할 수 있다.

2개의 장치(19, 24)는 3/4 다수결 논리로 다르게 설계될 수도 있다.

여러온도 센서 그룹은 2/4 또는 3/4 다수결 논리 장치(44)와 다르다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1**

가입수형 원자로의 코아전력분포에서 고장을 탐지하는 과정에 있어서, 지침번호에서 측정된 적어도 하나의 파라미터는 코아전력을 나타내며, 각각의 파라미터를 위하여 최대 최소로 측정된 2개의 수치 (12와 12' : 29와 30) 사이의 차이와 최소로 측정된 수치 (12, 30)에 대해 상기 차이의 비율(16,

34)이 결정되어 설정치와 비교되고 비율(16, 34)이 설정치 보다 크면 고장이 탐지되는 것을 특징으로 하는 탐지과정.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 비율(16)의 시간도 함수(21)가 계산되고 설정치와 비교하여 설정치보다 크면 고장이 탐지되는 것을 특징으로 하는 탐지과정.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 여러 그룹(1, 2, 3, 4 : 1', 2', 3')에 분포되어 있는 피라미터 측정용 지침(4 : 9)은 다른 그룹에서도 여분의 피라미터를 측정하기 위하여 동일한 지침(4 : 9)을 가지며, 상기 과정이 각각의 그룹(1, 2, 3, 4 : 1', 2', 3')에 인가되며, 고장이 그룹의 전체수 보다 작으며 전체번호가 전진방향으로 고정된 n그룹에서 탐지된다면 안전치가 발생하는 것을 특징으로 하는 탐지과정.

**청구항 4**

가압수형 원자로의 코아전력분포에서 고장을 탐지하는 장치에 있어서, 코아전력을 나타내는 피라미터를 측정하기 위하여 8개의 센서(4, 9)를 구비하며, 센서(4, 9)는 여분의 측정을 위하여 2개의 동일한 센서와 일치하면서 코아주변에서 대칭으로 배열되며, 상기 비율(16, 34)을 계산하는 수단(5, 6, 7, 8 : 10, 10', 10'')과 설정치와 비교하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 측정센서가 코아 외부의 다단계 중성자 플럭스 체임버(4)로 되어 있는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 6**

제4항에 있어서, 측정센서가 온도센서(9)로 되어 있는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 7**

제4항에 있어서, 측정센서가 중성자 플럭스 체임버(4)와 온도센서(9)로 구비되어 있는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 8**

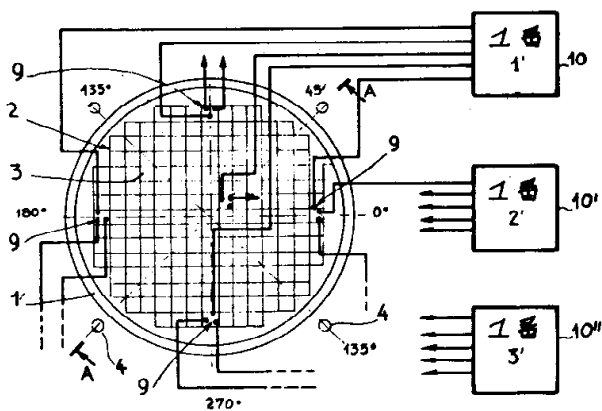
제7항에 있어서, 중성자 플럭스 체임버(4)는 여분의 측정을 위해 다른 단계에 위치한 다른 3개의 동일한 체임버와 연결되어 있으며, 채널의 입구에 있는 온도센서(9)는 여분의 측정을 위한 2개의 동일한 센서와 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 9**

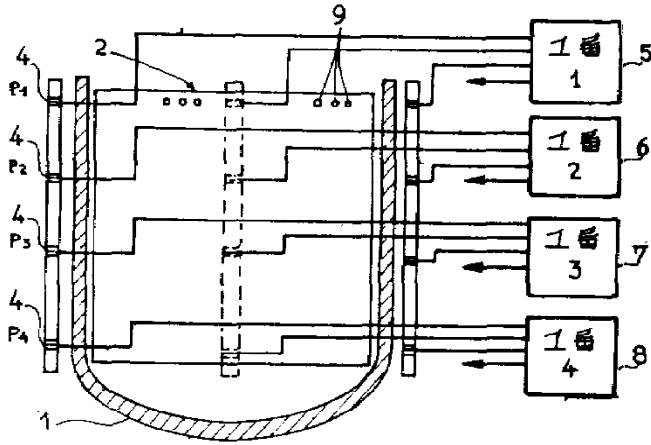
제4항에 있어서, 코아중심에서 전력을 나타내는 피라미터를 측정하기 위한 센서(9)와, 센서(9)에서 측정된 수치(37)와 코아주변에 가까이 있는 동일한 파라미터를 측정하기 위한 센서(9)에서 측정된 평균치(26)를 비교하는 수단과, 코어중심과 주변사이의 전력을 평균차이를 고려하기 위하여 센서(9)에서 측정된 수치(37)를 수정하는(41)수단과, 여분의 측정을 위해 2개의 동일한 센서(9)와 연결되어 있는 측정센서(9)를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 장치.

**도면**

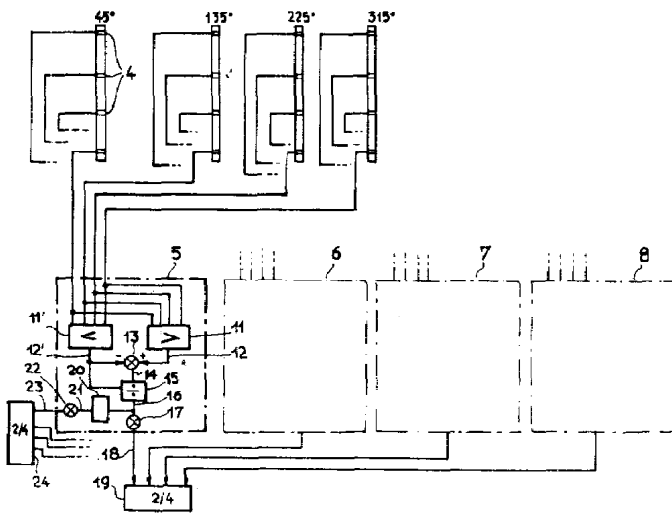
도면1



도면2



도면3



도면4

