



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월12일  
(11) 등록번호 10-1034252  
(24) 등록일자 2011년05월03일

(51) Int. Cl.

G21C 17/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0137438

(22) 출원일자 2008년12월30일

심사청구일자 2008년12월30일

(65) 공개번호 10-2010-0079034

(43) 공개일자 2010년07월08일

(56) 선행기술조사문헌

KR100352242 B1\*

KR100408493 B1

KR100600971 B1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국전기연구원

경상남도 창원시 성산구 성주동 28-1

(72) 발명자

권순만

서울특별시 광진구 광장동 현대아파트 302동 1004호

천종민

경상남도 창원시 가음동 동방아파트 6동 209호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 6 항

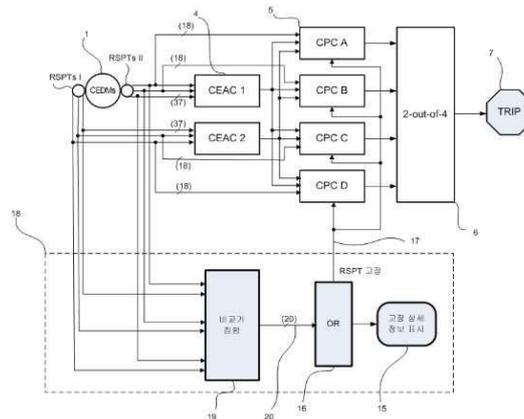
심사관 : 김용훈

(54) 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치 및 그것을 포함한 노심보호 연산기 계통, 및 그 고장 진단방법

(57) 요약

제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치 및 그것을 포함한 노심보호 연산기 계통, 및 그 고장 진단방법이 개시된다. 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치는, 동일한 부그룹에 속하는 제어봉들이 동시에 동일한 위치로 같이 움직이도록 제어되며, 상기 제어봉마다 쌍으로 설치된 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치에 있어서, 노심보호 연산기; 및 상기 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 설정된 범위를 벗어나는지를 판단하는 비교기를 포함하며, 상기 비교기는 수신된 신호 값의 차가 상기 설정된 범위를 벗어나는 경우, 상기 부그룹에 기초하여 상기 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호가 센서의 이상에 의한 오신호인지를 판단하고, 오신호로 판단되는 경우 상기 노심보호 연산기에 상기 제어봉 위치 검출기의 고장 정보를 전송하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

**이종무**

경상남도 창원시 성주동 유니온빌리지 211동 1304  
호

**김춘경**

경상남도 창원시 상남동 45-1 성원아파트 311-2303

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

동일한 부그룹에 속하는 제어봉들이 동시에 동일한 위치로 같이 움직이도록 제어되며, 상기 제어봉마다 쌍으로 설치된 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치에 있어서,

특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 설정된 범위를 벗어나는지를 판단하는 비교기를 포함하며,

상기 비교기는 특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 상기 설정된 범위를 벗어나는 경우, 상기 동일한 부그룹에 속하는 제어봉들에 설치된 제어봉 위치 검출기들로부터 수신된 신호들을 비교하여, 상기 특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호가 센서의 이상에 의한 오신호인지를 판단하고, 오신호로 판단되는 경우 노심보호 연산기에 상기 제어봉 위치 검출기의 고장 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 비교기는 각각의 부그룹에 속하는 제어봉들에 대하여 오차 범위를 평가하는 것을 특징으로 하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치.

**청구항 3**

제 1항에 있어서,

상기 노심보호 연산기를 구비한 노심보호 연산기 계통은, 자체적으로 각각의 제어봉 위치 검출기에 대한 정상적인 정보를 가지고 있는 것을 특징으로 하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치.

**청구항 4**

동일한 부그룹에 속하는 제어봉들이 동시에 동일한 위치로 같이 움직이도록 제어되며, 상기 제어봉마다 쌍으로 설치된 제어봉 위치 검출기의 고장 진단방법에 있어서,

(a)특정 제어봉 위치 검출기로부터 신호를 수신하는 단계;

(b)상기 특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 설정된 범위 이내인지를 판단하는 단계; 및

(c)상기 특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 상기 신호 값의 차가 상기 설정된 범위를 벗어나는 경우, 상기 동일한 부그룹에 속하는 제어봉들에 설치된 제어봉 위치 검출기들로부터 수신된 신호들을 비교하여, 상기 특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호가 센서의 이상에 의한 오신호인지를 판단하고, 오신호로 판단되는 경우 노심보호 연산기에 상기 제어봉 위치 검출기의 고장 정보를 전송하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단방법.

**청구항 5**

제 4항에 있어서,

상기 (b)단계에 있어서, 같은 위치로 판정되는 상기 제어봉 위치 검출기의 분해능의 1/2 이내의 범위를 허용 오차로 판단하는 것을 특징으로 하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단방법.

**청구항 6**

노심보호 연산기;

동일한 부그룹에 속하는 제어봉들이 동시에 동일한 위치로 같이 움직이도록 제어되며, 상기 제어봉마다 쌍으로

설치된 제어봉 위치 검출기; 및

특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 설정된 범위를 벗어나는지를 판단하며, 특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 상기 설정된 범위를 벗어나는 경우, 상기 동일한 부그룹에 속하는 제어봉들에 설치된 제어봉 위치 검출기들로부터 수신된 신호들을 비교하여, 상기 특정 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호가 센서의 이상에 의한 오신호인지를 판단하고, 오신호로 판단되는 경우 상기 노심보호 연산기에 상기 제어봉 위치 검출기의 고장 정보를 전송하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 노심보호 연산기 계통.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치 및 그것을 포함한 노심보호 연산기 계통, 및 그 고장 진단방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 리드 스위치의 오동작이나 고장에 의해 원자료가 불필요하게 정지되고 발전이 중단됨으로써 막대한 경제적 손실이 발생하는 것을 효율적으로 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 가동원전에 대하여도 적용할 수 있는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치 및 그것을 포함한 노심보호 연산기 계통, 및 그 고장 진단방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 우리나라의 핵반응을 이용하여 전력을 생산하는 원자력발전소 중에서 가압 경수로형 원자력발전소는, 원자로의 노심을 보호하기 위하여 도 1에 나타난 바와 같이 2개의 제어봉 연산기(Control Element Assembly Calculator; CEAC)(4)와 4중화된 노심보호 연산기(Core Protection Calculator; CPC)(5)를 구비한 노심보호연산기계통(Core Protection Calculation System; CPCS)(3)이 설치되어 있다.

[0003] 여기서, 노심보호연산기계통(3)의 입력신호는 제어봉 구동장치(Control Element Drive Mechanism; CEDM)(1)에 설치되어 있는 제어봉 위치검출기(Reed Switch Position Transmitter; RSPT)(2)로부터 오는 신호들인데, RSPT(2)는 제어봉 하나당 2개씩이 설치되어 있고 CPC(5)는 4개 채널로 구성되어 있다.

[0004] 또한, RSPT(2)에는 주위 자장에 의해 여닫힐 수 있는 기계적 구동부를 가진 다수의 리드 스위치(Reed Switch)와 다수의 저항을 조합한 전기적 회로가 구성되어 있으며, 도 2는 그와 같은 실제 리드 스위치(21)의 외관을 보여준다.

[0005] 도 3은 제어봉 구동장치의 일부를 도시한 도면이다. 도면에서 알 수 있는 바와 같이 영구자석(22)이 설치된 제어봉구동축이 상하로 오르내리면 외부 벽에 설치되어 있는 리드 스위치(21) 중 자석과 가까운 리드 스위치가 닫혀서 전기적인 회로의 구성이 달라짐에 따라 제어봉 위치를 나타내는 전기적인 값(전압)이 변하게 된다. 따라서 리드 스위치의 오동작이나 고장은 도 4에 도시한 바와 같이 잘못된 제어봉 위치 정보를 전달하게 되며 결과적으로 불필요하게 원자료가 정지되고 발전이 중단되어 막대한 경제적 손실이 발생할 뿐 만 아니라 원전의 안정적인 운전에도 장애 요인이 된다.

[0006] 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 4중화 RSPT 센서의 도입 뿐만 아니라, 도 5에 표시한 바와 같이 위치 센서(28)외에 존재(Presence) 센서(210)를 구비한 개량형 RSPT(US Patent 6,380,734)와 같은 다수의 RSPT 개선방안이 제안되었다. 그러나 개량형 RSPT의 제작 및 설치에 설치 공간 문제와 추가 배선 및 CPCS의 하드웨어와 소프트웨어의 대대적인 변경 등을 포함하는 계통 전반에 걸친 복잡한 변경작업을 필요로 하기 때문에 신규 건설 원전에는 사용 가능하나 기존의 가동원전에 대해서는 적용이 매우 어려운 현실이다.

**발명의 내용**

**해결하고자하는 과제**

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 리드 스위치의 오동작이나 고장에 의해 원자료가 불필요하게 정지되고 발전이 중단됨으로써 막대한 경제적 손실이 발생하는 것을 효율적으로 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 가동원전에 대하여도 적용할 수 있는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치 및 그것을 포함한 노심보호 연산기 계통, 및 그 고장 진단방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제 해결수단**

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치는, 동일한 부그룹에 속하는 제어봉들이 동시에 동일한 위치로 같이 움직이도록 제어되며, 상기 제어봉마다 쌍으로 설치된 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치에 있어서, 노심보호 연산기; 및 상기 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 설정된 범위를 벗어나는지를 판단하는 비교기를 포함하며, 상기 비교기는 수신된 신호 값의 차가 상기 설정된 범위를 벗어나는 경우, 상기 부그룹에 기초하여 상기 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호가 센서의 이상에 의한 오신호인지를 판단하고, 오신호로 판단되는 경우 상기 노심보호 연산기에 상기 제어봉 위치 검출기의 고장 정보를 전송하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 여기서, 상기 비교기는 각각의 부그룹에 속하는 제어봉들에 대하여 오차 범위를 평가하도록 구현된다.

[0010] 또한, 상기 노심보호 연산기를 구비한 노심보호 연산기 계통은, 자체적으로 각각의 제어봉 위치 검출기에 대한 정상적인 정보를 가지고 있는 것이 바람직하다.

[0011] 한편, 상기의 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치는, 제어봉마다 쌍으로 설치된 각각의 제어봉 위치 검출기로부터 신호를 수신하는 단계; 수신된 신호 값의 차가 설정된 범위 이내인지를 판단하는 단계; 및 수신된 상기 신호 값의 차가 설정된 범위를 벗어나는 경우, 대응되는 제어봉 위치 검출기에 대한 고장 신호를 출력하는 단계를 포함하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단방법을 제공한다.

[0012] 여기서, 상기 비교기는, 같은 위치로 판정되는 상기 제어봉 위치 검출기의 분해능의 1/2 이내의 범위를 허용 오차로 판단하는 것이 바람직하다.

[0013] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 노심보호 연산기 계통은, 노심보호 연산기; 동일한 부그룹에 속하는 제어봉들이 동시에 동일한 위치로 같이 움직이도록 제어되며, 상기 제어봉마다 쌍으로 설치된 제어봉 위치 검출기; 및 상기 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호 값의 차가 설정된 범위를 벗어나는지를 판단하며, 수신된 신호 값의 차가 상기 설정된 범위를 벗어나는 경우 상기 부그룹에 기초하여 상기 제어봉 위치 검출기로부터 수신된 신호가 센서의 이상에 의한 오신호인지를 판단하고, 오신호로 판단되는 경우 상기 노심보호 연산기에 상기 제어봉 위치 검출기의 고장 정보를 전송하는 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**효 과**

[0014] 이로써, 제어봉 위치 검출기 및 그것을 포함한 노심보호 연산기 계통, 및 그 고장 진단방법은, 리드 스위치의 오동작이나 고장에 의해 원자료가 불필요하게 정지되고 발전이 중단됨으로써 막대한 경제적 손실이 발생하는 것을 효율적으로 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 가동원전에 대하여도 적용할 수 있게 된다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태를 설명한다. 그러나 이하에 기재된 본 발명의 실시 형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자가 본 발명을 보다 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것이며, 본 발명의 실시 범위가 기재된 실시 형태에 한정되는 것은 아니다.

[0016] 도 6은 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치와 연계된 노심보호 연산기 계통을 예시한 도면이다. 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치는, 일반적인 노심보호 연산기 계통(CPCS)에 적용될 수 있다.

- [0017] 상술한 바와 같이, CPCS(3)에는 두 개의 CEAC(4)가 있으며, 각각의 CEAC(4)는 RSPT(2)로부터 오는 제어봉위치신호를 받아 동일 그룹 내의 제어봉 간에 위치 편차에 기준한 제어봉 편차 페널티를 계산하여 이에 따른 페널티 인자(penalty factor)를 4대의 CPC(5)에 전달한다.
- [0018] CPC(5)는 두 개의 CEAC(4)에서 전달된 페널티 인자 값 중 큰 값을 선택하여 핵비등이탈률(Departure from Nucleate Boiling Ratio; DNBR) 등을 계산하게 된다. 따라서 RSPT(2) 1개 채널의 고장이나 오동작은 제어봉간의 위치 편차를 크게 만들어 해당 CEAC(4)로부터 큰 값의 페널티 인자를 CPC(5)에 전달하게 되며 결국 CPC(5)의 2/4 로직에 의하여 원자로를 기계적으로 보호하여 사고를 막기 위한 트립(Trip) 원으로 동작하게 되어 이 트립 명령에 따라 후비의 원자로보호계통이 원자로 트립 스위치 기어(Reactor Trip Switch Gear; RTSG)를 차단하여 제어봉유지 전원이 상실되고 제어봉이 모두 낙하하게 되어 원자로가 안전하게 정지하게 된다. 요약하면 RSPT(2) 중 단 1개의 RSPT 고장도 원자로 불시정지로 귀결될 수 있다는 것이다. 실제 발전소에서는 이러한 고장으로 인한 원자로 불시정지 사례가 다수 발생하고 있으며 원전의 가동연수가 증가함에 따라 설비 노후화에 따라 상기와 같은 고장에 의한 불시정지 횟수가 늘어날 것으로 우려된다. 도 4에 실제 원전에서 발생한 원전 불시정지 사고시에 실측한 RSPT의 출력파형을 예시하였다. 이러한 불시정지를 방지하기 위해서는 RSPT를 4중화하여 설치하는 것을 고려할 수 있으나, 설치에 따른 기술적 및 공간적인 문제 등의 있다.
- [0019] 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치는 현재 가동중인 원전 및 향후 건설될 원전에서 RSPT를 4중화하지 않고도 RSPT의 단일 고장에 따른 불시정지를 예방하여 발전소의 안정적 운전 능력을 확보하고 가동률을 향상시킬 수 있도록 한다. 이를 위하여 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치는 도 7에 도시한 바와 같은 구조로 구현될 수 있다. 즉, 도시한 바와 같이 기존의 CPCS(3)의 구성이나 동작에 영향을 주지 않는 별도의 독립적인 장치를 구성하여 RSPT(2)의 고장을 진단하여 그 결과를 CPC(5)에 보조정보로서 제공한다.
- [0020] 원자로 내의 제어봉들은 원자로의 안전을 위해 정해진 패턴(대칭)으로 설치되어 그룹으로 묶여져 정해진 동작 모드로 움직이게 되어 있다. 이러한 제어봉들의 분포도와 부그룹화 예는 도 8 및 도 9와 같이 표시할 수 있는데, 도 9에서의 동일한 부그룹에 소속된 제어봉들은 동시에 동일한 위치로 같이 움직이도록 제어된다. 따라서 정상동작인 경우 동일한 부그룹에 소속된 제어봉들의 위치검출기 출력신호는 동일해야 하므로 이러한 운전특성을 이용하여 RSPT고장검출장치를 구성할 수 있다.
- [0021] 도 10은 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단방법을 나타낸 흐름도이다. 도면을 참조하여 본 발명에 따른 제어봉 위치 검출기의 고장 진단장치의 기능 및 동작을 상세하게 설명한다.
- [0022] 먼저 이중화 RSPT 신호가 CPCS(3)로 입력되는 중간에서 안전등급 제어기기를 이용하여 제어봉마다 설치된 한 쌍의 RSPT 신호를 받아서 두 개의 신호값의 차가 일정범위의 정해진 오차 이내에 있는가를 평가하여 오차 이내인 경우에는 CPC(5)에 별도의 신호를 보내지 않는다. 이 때 CPC(5)도 이미 이런 상황은 감지하고 있음에 유의한다.
- [0023] 만약 두 개의 신호값 차가 일정 오차 범위를 벗어나면 두 개의 신호값에 대하여 신호진단 알고리즘을 이용하여 신호의 건전성 여부를 평가하고, 이와 별도로 제어봉의 운전모드에서 같은 부그룹으로 움직여야 하는 4개 제어봉 즉 8개의 RSPT 신호들에 대하여 오차범위 평가를 하면 오차범위 영역 밖에 있는 RSPT 신호가 건전한 신호인지 센서 이상에 의한 오신호인지를 진단할 수 있다.
- [0024] 오신호로 판명되는 경우에는 CPC(5)에 RSPT 고장 정보를 알려주고 경보를 발생시켜 운전원이 고장을 인지한 상태에서 원자로를 정지 없이 운전을 지속할 수 있다.
- [0025] 여기서 검출장치의 고장이나 오류로 인해 오차범위 내의 두 개의 정상신호를 원자로 이상신호 또는 센서 이상신호로 판정하여 전달하는 경우에도 CPCS(3)는 자체 정상 정보를 이미 가지고 있으므로 검출장치로부터의 오신호는 무시되어서 CPCS(3)의 오작동 등을 일으킬 소지는 전혀 없다. 검출장치에서 수행하는 판단 방법의 구성은 도 11과 같이 요약될 수 있다.
- [0026] 도 7에 표시한 RSPT고장검출장치는 원자로 내의 핵반응이 균등하게 일어나도록 제어봉들을 4 내지 5개로 구성된 부그룹(subgroup)으로 묶어 운전하는 특성을 이용하여 상기한 고장 진단방법을 통하여 고장을 검출하게 된다. 도 7에 나타낸 RSPT고장검출장치의 동작은 다음과 같다.
- [0027] 먼저 도 7에서 블록 8은 하나의 부그룹에 소속된 제어봉구동장치(9) 4개에 대한 8개의 위치검출기(10, 11)들의 신호를 받아 비교하는 회로(12)를 나타내며 13과 14는 8과 동일한 형태의 다른 부그룹에 대한 제어봉위치 신호 처리 블록을 나타낸다.

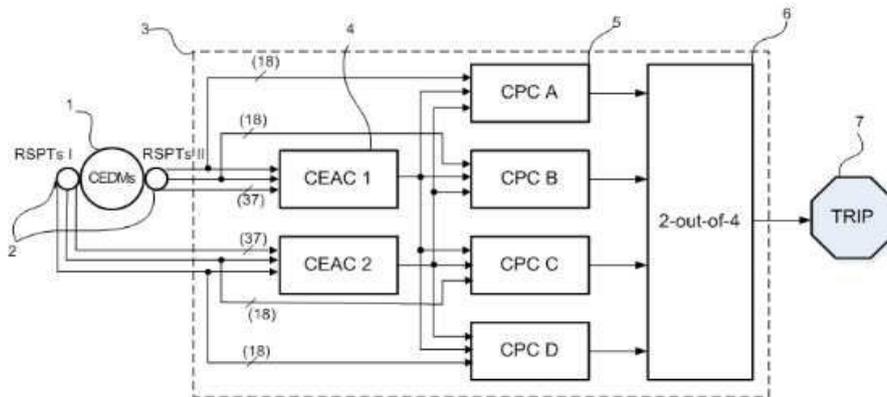
- [0028] 각 부그룹의 비교기의 출력은 OR-논리부(16)에서 합쳐져 단일 고장이 발생한 RSPT를 가진 하나 이상의 부그룹이 존재하게 되면 CPC(5)로 RSPT 고장정보(17)를 보내고 화면(15)상에 고장이 발생한 부그룹 상세 정보를 표시하게 된다. 연산 기능을 가진 비교기(12)는 도 10에 나타낸 바와 같은 고장 진단방법을 수행한다.
- [0029] 먼저 4개의 제어부구동장치에 부착된 4쌍(8개)의 위치검출기로부터 위치 신호를 읽어 들인 후(S101), 8개의 값에서 다수를 이루는 값을 기준값으로 정하여 모든 값들이 허용오차 내에 존재하는 지를 판별한다. 여기서 허용오차의 크기는 같은 위치로 판정되는 RSPT의 분해능의 1/2에 해당한다. 모든 값들이 허용오차 범위 내에 존재하면 정상으로 판정하게 되며(S103), 하나라도 허용오차를 벗어난 값이 존재하면 이 값과 쌍을 이루는 검출기 값을 기준값과 비교(S105)하여 허용오차 내에 있으면 RSPT 2쌍 중 한 개가 고장난 것으로 판정하여(S107) RSPT 고장 신호를 출력(S109)하고 만약 쌍을 이루는 값도 허용오차를 벗어나면 해당 제어부의 RSPT 2쌍이 모두 고장이거나 해당 제어부가 움직이지 않은 것이므로 RSPT 고장신호를 출력하지 않는다.
- [0030] 본 발명에 따른 제어부 위치 검출기의 고장 진단장치는 도 7에 도시된 바와 같이, 원자로 보호에 사용되는 RSPT 신호는 기존의 CPC에서 설치된 바와 같이 변경없이 그대로 입력되므로 안전계통설계요건에 위배되지 않으며, 센서 신호를 별도의 진단장치로 평가하여 센서의 이상 유무를 CPC에 보조 신호 형태로 알려줌으로써 단순한 단일 센서 고장으로 인한 원자로의 불시정지를 효율적으로 예방할 수 있게 된다.
- [0031] 또한, 본 발명은, 현재 운전중인 원자력발전소에서 문제가 되고 있는 제어부위치검출기의 단일 고장으로 인한 원자력발전소의 불시정지 또는 출력 급감발 사고의 발생을 효과적으로 예방할 수 있는 효과가 있다.
- [0032] 또한, 본 발명은, 4중화 RSPT 개발 및 설치 등의 해결방법에 비해 훨씬 간단히 효율적으로 설치 및 운전이 가능하므로 이미 설치되어 운전중인 가동원전에 대해 특히 유용하다.
- [0033] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해서 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

**도면의 간단한 설명**

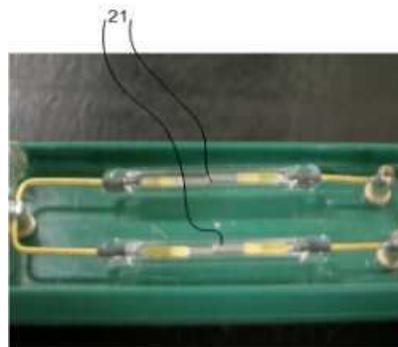
- [0034] 도 1은 일반적인 노심보호 연산기 계통의 구성 및 연계를 예시한 도면이다.
- [0035] 도 2은 리드 스위치의 실물 외관을 예시한 도면이다.
- [0036] 도 3은 제어부 구동장치에서의 제어부 구동축 및 제어부 위치 검출기의 설치 구조를 예시한 도면이다.
- [0037] 도 4는 제어부 위치 검출기의 오동작에 의한 제어부 위치 오신호의 예를 표시한 도면이다.
- [0038] 도 5는 종래의 개량형 제어부 위치 검출기의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0039] 도 6은 본 발명에 따른 제어부 위치 검출기의 고장 진단장치와 연계된 노심 보호 연산기 계통을 예시한 도면이다.
- [0040] 도 7은 본 발명에 따른 제어부 위치 검출기의 고장 진단장치의 구조를 예시한 도면이다.
- [0041] 도 8은 원자로 내의 제어부들의 배치를 예시한 도면이다.
- [0042] 도 9는 제어부의 부그룹 배치를 예시한 도면이다.
- [0043] 도 10은 본 발명에 따른 제어부 위치 검출기의 고장 진단방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0044] 도 11은 제어부 위치 검출기의 고장 검출 순서 및 동작을 요약한 표이다.

도면

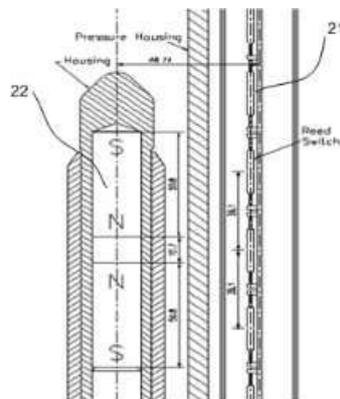
도면1



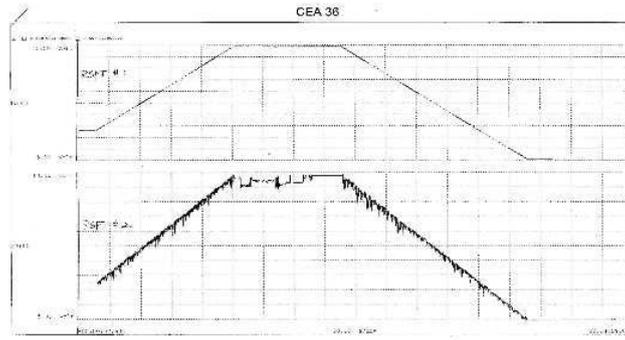
도면2



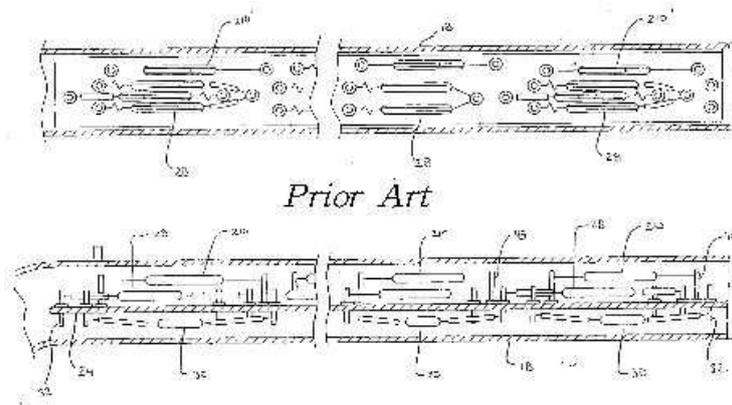
도면3



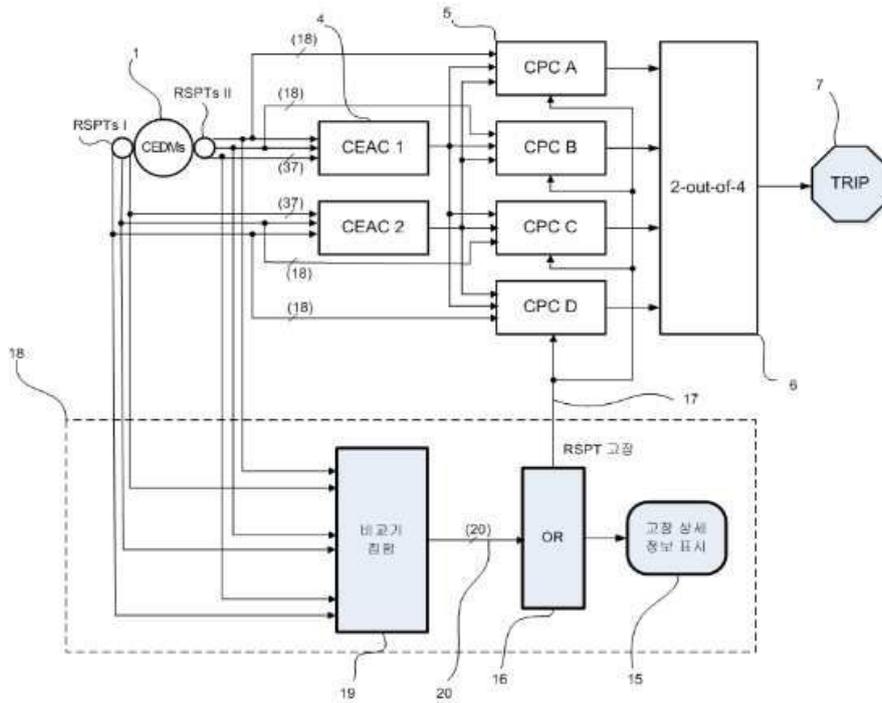
도면4



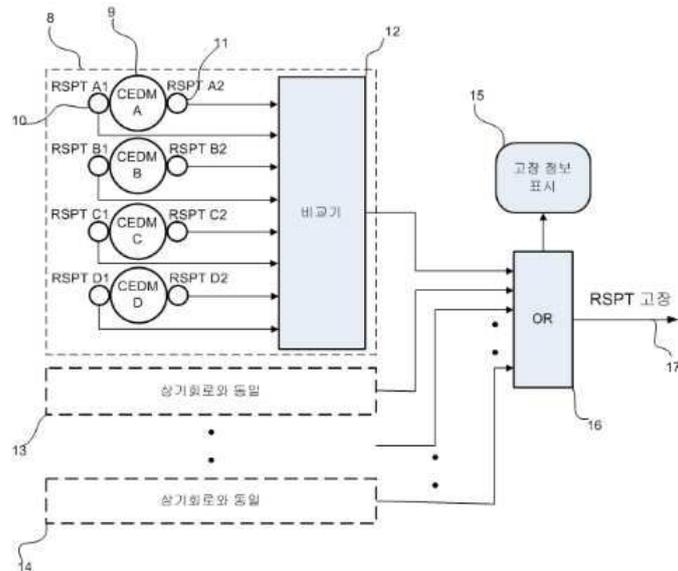
도면5



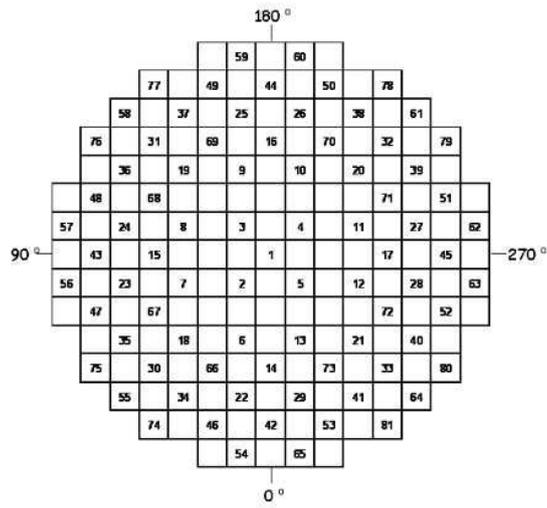
도면6



도면7



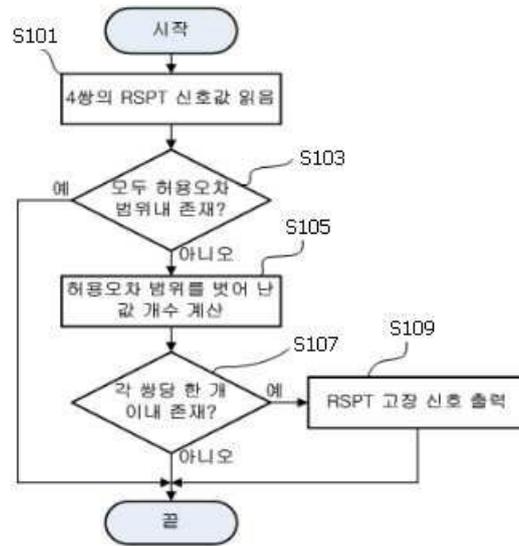
도면8



도면9

부호	그룹	사이공 번호			
		CPC A	CPC B	CPC C	CPC D
1	1	4	3	5	2
2	A	10	8	12	6
3	A	11	9	13	7
4	5	16	15	17	14
5	A	20	19	21	18
6	B	26	24	28	22
7	B	27	25	29	23
8	4	32	31	33	30
9	B	38	36	40	34
10	B	39	37	41	35
11	3	44	43	45	42
12	2	50	48	52	46
13	2	51	49	53	47
14	1	60	57	63	54
15	1	62	59	65	56
16	3	61	58	64	55
17	P	70	68	72	66
18	P	71	69	73	67

도면10



도면11

한 쌍의 신호값 비교결과	진단방법	판단결과	검출장치 조치 사항	CPC 조치 사항	최종 결과
두 값이 같을 때	부그룹대 른 신호값 쌍들과 비교	두 신호 모두 정상	없음	기존 알고리즘대로 운전	정상운전
두 값이 다를 때	부그룹대 른 신호값 쌍들과 비교	두 신호 모두 비정상	없음	기존 알고리즘대로 운전	원자로 정지
		하나의 신호만 정상	CPC에 센서 고장 통보	원자로 정지 방지 동작	경보발생/정상운전
		두 신호 모두 비정상	없음	기존 알고리즘대로 운전	원자로 정지