

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G21C 7/24

(45) 공고일자 1991년11월04일  
(11) 공고번호 특1991-0009192

(21) 출원번호	특1983-0000792	(65) 공개번호	특1984-0003902
(22) 출원일자	1983년02월26일	(43) 공개일자	1984년10월04일
(30) 우선권 주장	352731 1982년02월26일 미국(US)		
(71) 출원인	웨스팅하우스일렉트릭 코오포레이슨 죠오지 메크린 미합중국, 펜실베이니아주 15222, 피츠버그그시, 게이트웨이센터, 웨스 팅하우스 빌딩		
(72) 발명자	케네드 씨이. 라드포드 미합중국, 펜실베이니아주, 피츠버그그시 조오지 타운 플레이스 1637 윌리엄 지. 칼슨 미합중국, 펜실베이니아주 머리스빌 우드랜드 드라이브 3339		
(74) 대리인	나영환		

심사관 : 이병일 (책자공보 제2555호)

(54) 가연성 중성자 흡수체의 제조방법

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

가연성 중성자 흡수체의 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 가연성 중성자 흡수체 세라믹 펠릿을 제조하는 방법을 설명하는 플로우차아트.

제2도는 제1도의 방법에 의해 제조된 세라믹체의 현미경 사진.

제3도는 라드포드 출원의 방법에 따라 제조된 세라믹체의 현미경 사진.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 보통 가연성 독물봉이라 부르는 원자로용 가연성 중성자 흡수체에 관한 것이다.

본 발명에 관련 있는 가연성 중성자 흡수체는 1989년 5월 2일자로 특허되고 본 출원인이 양수한 미합중국 특허 제 4,826,630호에서 설명된 형태를 가진다. 그러한 중성자 흡수체는 원자로의 노심에 삽입된 튜브내에 적층된 환상 세라믹 펠릿을 포함하고 있다. 본 발명이 관련되는 것은 바로 이 펠릿이다. 그러한 펠릿은 알루미늄 옥사이드( $Al_2O_3$ ) 또는 지르코늄 옥사이드( $ZrO_2$ ) 또는 둘의 결합을 포함하는 내화성 물질의 매트릭스를 포함하고 있다. 중성자 흡수체는 이 매트릭스 전체에 분포되어 있다. 중성자 흡수체는 보론, 가돌리늄, 사마륨, 카드뮴, 유로퓸, 하프늄, 디스프로슘 그리고 인듐 등과 같은 금속중 하나 이상의 원소나 그 화합물을 포함하고 있다. 일반적으로 사용되는 중성자 흡수체는 천연이나 농축된 보론( $B^{10}$ )을 포함하는 보론카바이드( $B_4C$ )이다.

본 발명을 실시함에 있어서 이해를 쉽게 하기 위하여 본 출원은 특히  $Al_2O_3$ 의 매트릭스와  $B_4C$ 의 중성자 흡수체를 취급하려고 한다.

본 발명을 다른 물질로 실시하는 범위까지 본 발명의 동등한 영역에 속한다는 것을 이해해야 하며 동등한 영역은 라드포드의 특허에서 언급한 슈프림 코트 그러버 케이스에 정의되고 설명되어 있다.

상기 언급한 라드포드 특허에서 설명한 펠릿을 제조하는 방법과 그 방법에 의해 제조된 펠릿은 아주 만족스럽다는 것이 증명되었다. 그러나 이 방법과 그로부터 제조된 펠릿은 몇가지 개선되어야 할 문제가 있다. 즉,  $B_4C$ 의 팽창을 완화하고 중성자-보론 반응에서 발생하는 헬륨 가스를 흡수하기 위해 매트릭스내의 기공이나 공간이 좀더 효율적으로 또는 효과적으로 사용되는 것이 바람직하다. 또한

매트릭스의 강도, 특히 압축 강도가 개선되는 것이 바람직하다. 상기 설명한 바람직스러운 성질을 가지는 중성자 흡수체나 세라믹을 제조하기 위한 방법을 제공하는 것이 본 발명의 목적이다. 또한 상기 바람직스러운 성질을 갖는 중성자 흡수체나 세라믹을 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.

라드포드 특허에서는  $Al_2O_3$  와  $B_4C$  분말의 혼합물의 슬러리가 분사 건조된다. 이와같이 건조된 분말은  $B_4C$  입자들을 간직하고 있는  $Al_2O_3$  의 구형 덩어리로 구성되어 있다. 그다음 이 분말은 펠릿으로 압착되고 소결된다. 본 발명에서는 중성자 흡수 효과 및 세라믹 바디의 팽창에 대한 저항이 증가되고 동시에 세라믹체의 제조시  $Al_2O_3$  와  $B_4C$ 를 분리함으로써 세라믹체의 강도를 증가시키게 된다는 것을 알 수 있다.

따라서, 본 발명은 원자로의 가연성 독물봉에 사용하기 위한 가연성 중성자 흡수체 제조 방법을 제공하며, 상기 방법은  $Al_2O_3$  와  $ZrO_2$  로 구성되는 그룹중 하나 이상을 포함한 내화성 물질 분말의 슬러리를 생성하는 단계와 ; 슬러리에 결합제를 첨가하는 단계와; 상기 슬러리를 건조시켜 상기 결합제를 포함한 알루미늄 옥사이드의 덩어리로된 입자의 분말을 제조하는 단계와 ; 상기 분말을 보론, 가돌리늄, 사마륨, 카드뮴, 유로퓸, 하프늄, 디스프로슘 및 인듐등의 금속 중 하나 이상의 원소나 그 화합물로 구성되는 중성자 흡수체 물질의 분말과 혼합하여 상기 분말들의 혼합물을 형성하는 단계와 ; 상기 혼합물에 균등하게 압력을 가하여 그린 바디(Green Body)를 형성하는 단계와 ; 상기 그린 바디를 소결하여 소결된 바디를 형성하는 단계와 ; 소결된 바디를 적절한 형태와 크기를 갖는 중성자 흡수체로 제조하는 단계를 포함한다.

본 발명의 일실시예에 따른 방법을 수행할때는  $Al_2O_3$  하나만의 슬러리가 발생된다. 보통 폴리비닐알코올인 경질 결합제(hard binder)가 첨가되고 슬러리와 결합제는 분사 건조된다. 분사 건조의 생성물은 평균 직경이 30-50마이크론인 구형  $Al_2O_3$  덩어리의 분말이다. 이 분말은 평균크기가 5-15마이크론인 건조  $B_4C$  분말과 혼합되어 균일한 혼합물을 형성한다. 이 혼합물은 그린인 튜브속으로 등방 압축되어 소결된다. 혼합물이 압축될 때  $Al_2O_3$  의 덩어리는 변형되고 기공내에  $B_4C$  입자를 트랩한다. 소결 기간 동안 결합제는 증발되고 최종 세라믹의 구조는  $Al_2O_3$  의 거의 구형인 고밀도 영역을 가지게 된다. 이러한 영역은 기공과  $B_4C$  입자들에 의해 훌륭하게 포위된다.

이것은  $Al_2O_3$  의 매트릭스내에 기공과  $B_4C$  입자들을 양호하게 위치시킨다.  $Al_2O_3$  의 매트릭스는 미세적으로 고밀도 다결정 영역으로 구성되며 그 강도는 라드포드 특허의 발명을 실시하여 제조된 매트릭스보다 더 높다.  $Al_2O_3$  가 건조되기 때문에 매트릭스의 흡습성은 크게 감소된다.  $B_4C$  입자들은 매트릭스의 기공내에 훌륭하게 위치된다. 중성자와 결과적인 헬륨 개스에 의한 충돌이 있을 때, 유용한 다공질은  $B_4C$  입자들의 팽창을 수용한다.

이하, 본 발명을 좀더 확실히 이해할 수 있도록 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예를 설명한다.

제1단계(11)에서, 전형적으로 탈이온수인 액체내에서  $Al_2O_3$  의 분말이 불밀에 의해 제분된다. 적지만 유효량의 습윤제, 계면활성제 및 해교제가 물과  $Al_2O_3$  에 첨가된다.  $Al_2O_3$  의 평균 크기는 10-30마이크론이다.  $Al_2O_3$  의 비교적인 양, 물 그리고 다른 성분들은 라드포드 특허에 설명한 것과 실제로 동일하다. 제분의 결과는  $Al_2O_3$ 만 약 40% 포함하는 슬러리로 된다.

제2단계(13)에서, 폴리비닐 알코올과 같은 경질 결합제가 슬러리에 첨가된다. 제3단계(15)에서, 슬러리는 라드포드 출원에서, 설명된 장치내에서 분사 건조된다. 분사 건조에 의해 약 30-50마이크론의 평균 직경을 갖는 구형의  $Al_2O_3$  덩어리 입자가 형성된다. 제4단계(17)에서, 상기 분말은 과도하게 큰 덩어리를 제거하기 위해 걸러진다. 다음 단계(19)에서,  $Al_2O_3$  덩어리와  $B_4C$  분말의 균일한 혼합물이 생성된다. 이 혼합물에서  $B_4C$  분말의 함유량은 1-50중량 퍼센트이다. 입자의 평균 크기는 5-15마이크론 사이에 있다.

21에서 31까지의 나머지 단계는 라드포드 특허의 단계와 동일하다. 균일한 혼합물은 단계 21에서 주형에 부어지며, 단계 23에서, 그린인 실린더 또는 그린인 매스가 주형에서 분말을 균등 압력으로 압축하여 형성된다. 선택 사양으로 그린인 실린더는 단계 25에서 예비 소결되고, 단계 27에서 매스는 적절한 크기로 소결된다. 소결은 대기압에서 아르곤 분위기하에 실시되며 소결 온도는 1400℃-1800℃ 사이이다. 소결된 바디의 외부 표면은 단계 29에서 연마되며  $Al_2O_3$  의 매트릭스에서  $B_4C$ 의 세라믹 펠릿은 실린더에서 절단된다.

이와같이 제조된 세라믹 바디의 미세 구조가 제2도에 도시되어 있다. 현미경 사진에서 약 1/16인치의 길이는 5마이크론에 해당한다. 현미경 사진에서 검은 지역(33)은 기공을 나타내고 암회색 지역(35)는  $B_4C$ 를 나타낸다.  $Al_2O_3$  하나만의 영역은 39로 나타난 것처럼 연결되어 있다.  $B_4C$  영역은 41로 나타난 것처럼  $Al_2O_3$ 를 포위하는 기공내에 위치한다.

제3도에 도시한 현미경 사진은 종래의 세라믹 바디의 구조를 나타낸 것이며, 단순히 비교를 목적으로 하고 있다. 이 현미경 사진에서도 검은 지역(33)은 기공을 나타내고 암회색 지역(35)는  $Al_2O_3$  를, 그리고 가벼운 회색지역(37)은  $B_4C$ 를 나타낸다. 그러나  $Al_2O_3$  만을 연결하는 지역은 존재하지 않는다. 뿐만아니라  $Al_2O_3$  를 포위하고 있는 기공내에  $B_4C$ 도 존재하지 않는다. 제3도에 도시된  $B_4C$ 는  $Al_2O_3$  와 혼합된 것이다.

## (57) 청구의 범위

**청구항 1**

원자로의 가연성 독물봉에 사용하기 위한 가연성 중성자 흡수체를 제조하는 방법에 있어서,  $Al_2O_3$  와  $ZrO_2$  로 구성되는 그룹중 하나 이상을 포함한 내화성 물질 분말의 슬러리를 생성하는 단계와 ; 상기 슬러리에 결합제를 첨가하는 단계와 ; 상기 슬러리를 건조시켜 상기 결합제를 포함한 알루미늄 옥사이드 또는 지르코늄옥사이드의 덩어리로된 입자의 분말을 제조하는 단계와 ; 상기 분말을 보론, 가돌리늄, 사마륨, 카드뮴, 유로퓸, 하프늄, 디스프로슘 및 인듐등의 금속중 하나 이상의 원소나 그 화합물로 구성되는 중성자 흡수체물질의 분말과 혼합하여 상기 분말등의 혼합물을 형성하는 단계와 ; 상기 혼합물에 균등 압력을 가하여 그린 바디를 형성하는 단계와 ; 상기 그린 바디를 소결하여 소결된 바디를 형성하는 단계와 ; 상기 소결된 바디를 적절한 형태와 크기를 갖는 중성자 흡수체로 제조하는 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체의 제조 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 슬러리에 있는 알루미늄 옥사이드 분말의 평균 크기는 10-20 마이크론이며 중성자 흡수체 물질의 분말의 평균 크기는 5-15마이크론인 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체의 제조 방법.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 슬러리는 분사 건조되어 평균 직경이 30-50마이크론인 구형의 알루미늄 옥사이드를 제조하는 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체의 제조 방법.

**청구항 4**

제1항 또는 제2항에 있어서, 분말의 혼합물에 있는 중성자 흡수체 물질은 보론 카아바이드( $B_4C$ )이며 혼합물에서  $B_4C$  함유량의 중량 퍼센트는 1-50인 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체의 제조 방법.

**청구항 5**

제1항 또는 제2항에 있어서, 그린 바디는 대기압과 1400℃-1800℃ 온도의 아르곤 분위기내에서 소결되는 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체의 제조방법.

**청구항 6**

제1항 또는 제2항에 있어서, 결합제는 경질 결합제인 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체의 제조방법.

**청구항 7**

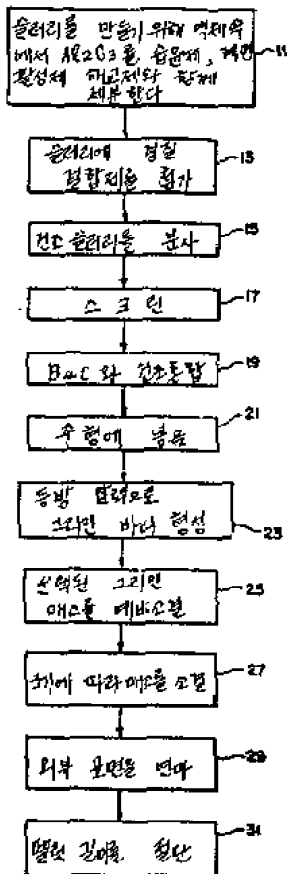
원자로의 가연성 독물봉에 사용하기 위한 가연성 중성자 흡수체 바디에 있어서, 상기 바디는  $Al_2O_3$  의 다공성 매트릭스로 형성되며, 상기 매트릭스는  $B_4C$  입자를 가진 기공들에 병치되어 있는  $Al_2O_3$  의 고밀도 다결정 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체 바디.

**청구항 8**

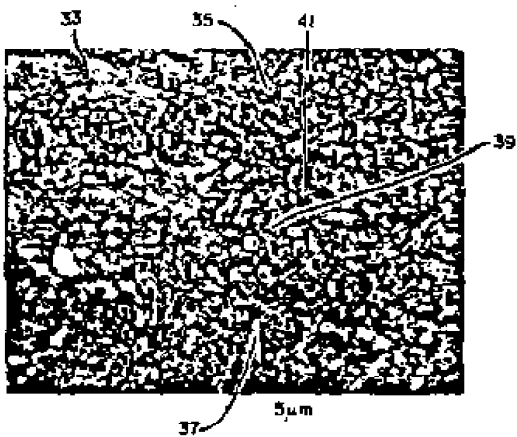
제7항에 있어서, 기공은  $Al_2O_3$  입자를 포위하며, 상기 포위한 기공은 부분적으로 또는 전체적으로  $B_4C$  입자들을 포함하는 것을 특징으로 하는 가연성 중성자 흡수체 바디.

도면

도면1



도면2



도면3

