



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2016-0080733  
(43) 공개일자 2016년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C04B 35/447 (2006.01) C04B 35/628 (2006.01)  
C04B 35/64 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0193593  
(22) 출원일자 2014년12월30일  
심사청구일자 2014년12월30일

(71) 출원인  
한국원자력연구원  
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)  
(72) 발명자  
안병길  
대전광역시 유성구 노은로426번길 15, 605동 201호 (하기동, 송림마을6단지아파트)  
이기원  
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 109동 1501호 (전민동, 엑스포아파트)  
(74) 대리인  
특허법인이름리온, 특허법인이름

전체 청구항 수 : 총 7 항

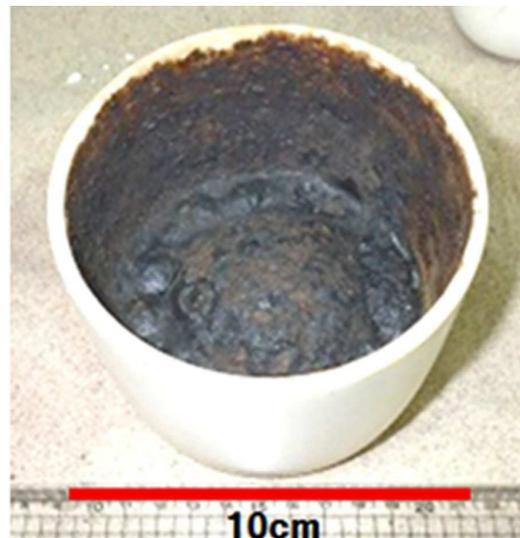
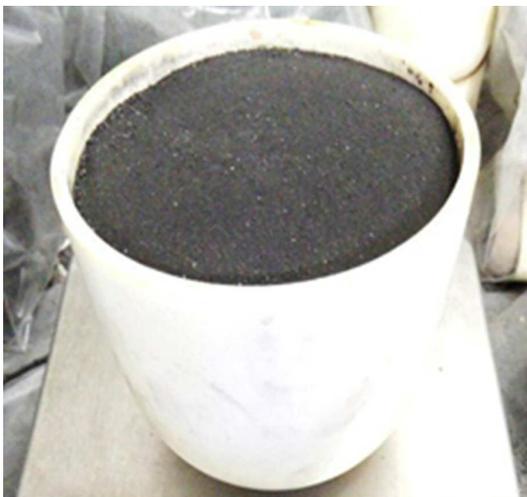
(54) 발명의 명칭 방사성 소각재 고화용 소결조제 조성물 및 이를 이용한 방사성 소각재 고화체의 제조방법

**(57) 요약**

본 발명은 방사성 소각재를 고화하기 위한 소결조제 조성물 및 상기 소결조제를 이용하여 간단한 공정을 통해 우수한 특성을 가지는 고화체를 제조하는 방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 산화붕소 및 인산암모늄을 포함하는 방사성 소각재 고화용 소결조제 조성물, 및 상기 조성물과 방사성 소각재를 혼합하여 소결함으로써 고화체를 제조하는 단계를 포함하는 방사성 소각재 고화체 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 종래에 비해 안정하고, 압축강도가 우수한 세라믹 고화체를 제공하며, 본 발명에 의해 제조된 고화체는 실제 소각재 대비 1/12 이상의 감용 효과가 있어서 처분비용 저감 및 장기 처분 안정성을 보장할 수 있는 우수한 특징이 있다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**윤경수**

대전광역시 유성구 엑스포로 501, 104동 1201호 (전민동, 청구나래아파트)

**민병연**

대전광역시 유성구 반석서로 98, 603동 1104호 (반석동, 반석마을6단지아파트)

**이윤지**

대구광역시 수성구 신매로 71, 225동 802호 (신매동, 동서타운)

**문제권**

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 212동 1401호 (전민동, 엑스포아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 521220-14

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 주요사업

연구과제명 해체 금속 및 가연성폐기물 처리시설 구축/운영

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2014.01.01 ~ 2014.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

산화붕소 및 인산암모늄을 포함하는, 방사성 소각재 고화용 소결조제(sintering aids) 조성물.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 산화붕소는 전체 조성물 중량의 75 내지 80 중량%인 것을 특징으로하는, 조성물.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 인산암모늄은 전체 조성물 중량의 20 내지 25 중량%인 것을 특징으로 하는, 조성물.

#### 청구항 4

하기 단계를 포함하는 방사성 소각재 고화체 제조방법:

- a) 방사성 소각재와 제1항의 소결조제 조성물을 혼합하는 단계; 및
- b) 상기 혼합물을 소결하여 고화체를 제조하는 단계.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 a) 단계는 방사성 소각재 90내지 95 중량%와 조성물 5 내지 10 중량%를 혼합하여 수행되는 것을 특징으로 하는, 제조방법.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 소결은 1000℃ 이하에서 수행하는 것을 특징으로 하는, 제조방법.

#### 청구항 7

제4항에 있어서,

상기 고화체는 15 내지 20MPa의 압축강도를 가지는 것을 특징으로 하는, 제조방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 방사성 소각재 고화용 소결조제 조성물 및 이를 이용한 간단한 공정으로 향상된 내침출성 및 우수한

[0001]

안정성을 나타내는 방사성 소각재 고화체를 제조하는 방법을 제공하는 기술에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0002] 원자력 발전소의 운전 및 제염·해체 공정에서 방사성 물질로 오염된 가연성 고체 폐기물이 발생되며, 이들 가연성 폐기물의 처리방법은 소각에 의한 방법이 많이 적용된다.
- [0003] 이때, 소각 후 발생하는 소각재에는 방사성 물질이 농축되어 있기 때문에, 비방사능이 높고 밀도가 낮아 비산에 따른 위험성 등이 존재하므로 최종 처리를 위하여 안정된 고화체로 제조되어야 한다.
- [0004] 이와 관련하여, 종래 방법으로는 방사성 소각재의 고화체 제조 매질로 시멘트가 많이 활용되고 있으나 시멘트 첨가로 인해 최종 고화체의 부피가 커지기 때문에 최종 처분 비용의 증가를 야기하게 되는 문제점이 있다.
- [0005] 또한, 상기 종래 방법은 방사성 핵종의 침출율이 크므로 장기 안정성이 떨어지는 문제점이 있다.
- [0006] 또 다른 종래 방법으로는 플라스틱 또는 아스팔트 등을 사용하는 방법이 있으나, 이 역시 감용(volume reduction) 및 화재 안정성 측면에서 고찰이 필요한 단점이 있다.
- [0007] 따라서 방사성 소각재를 처분하는 환경 및 경제성 측면에서 감용율이 크고 안정된 고화체를 제조하기 위한 새로운 기술의 개발이 요구되는 실정이다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0008] 이에 본 발명자들은 상기와 같은 종래 방법의 문제점을 개선하고 방사성 소각재 고화용 소결조제 조성물 및 이를 이용한 방사성 소각재 고화체 제조방법을 개발함으로써 본 발명을 완성하였다.
- [0009] 따라서 본 발명의 목적은 고화체 제조에 사용되는 고화매질의 함량을 낮추어 최종 고화체의 부피를 줄이고, 고화 매질과 소각재의 미반응 물질에 의한 불안정한 화합물 형성을 없애 안정된 고화체를 형성할 수 있도록 하는 소결조제 조성물을 제공하는 것으로서, 보다 상세하게는 소량만 첨가하여도 방사성 소각재와 반응하여 안정된 세라믹 고화체를 형성하는 소결조제(sintering aids) 조성물, 및 이를 이용하여 방사성 소각재를 안정한 세라믹 고화체를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 그러나, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은 산화붕소 및 인산암모늄을 포함하는, 방사성 소각재 고화용 소결조제(sintering aids) 조성물을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 산화붕소는 전체 조성물 중량의 75 내지 80 중량%로 포함되는 것일 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 상기 인산암모늄은 전체 조성물 중량의 20 내지 25 중량%로 포함되는 것일 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명은 방사성 소각재의 고화체 제조방법을 제공한다.
- [0014] 보다 상세하게 상기 제조방법은,
- [0015] a) 방사성 소각재와 상기 소결조제 조성물을 혼합하는 단계; 및
- [0016] b) 상기 혼합물을 소결하여 고화체를 제조하는 단계를 포함한다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 a) 단계는 방사성 소각재 90내지 95 중량%와 소결조제 조성물 5 내지 10 중량%를 혼합하는 단계일 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 상기 소결은 1000℃ 이하에서 수행하는 것일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 600 내지 1000℃의 온도에서 수행하는 것일 수 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 상기 고화체는 15 내지 20MPa의 압축강도를 가지는 것일 수 있다.

### 발명의 효과

[0020] 본 발명은 새로운 방사성 소각재 고화용 소결조제 조성물을 제공함으로써, 상기 조성물을 이용하면 종래에 비해 안정하고 경제적인 방사성 소각재의 세라믹 고화체를 제조할 수 있는 장점이 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따라 제조된 고화체는 실제 소각재 대비 1/12 이상의 감용 효과가 있으며, 압축강도가 우수하여 처분비용 저감 및 장기 처분 안정성을 보장할 수 있는 특징이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 소각재(a) 및 본 발명의 실시예에서 제조한 고화체(b) 사진을 나타낸 것이다.

도 2는 소각재(a) 및 본 발명의 실시예에서 제조한 고화체(b)에 대한 전자 주사현미경 분석 사진을 나타낸 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은 산화붕소 및 인산암모늄을 포함하는 방사성 소각재 고화용 소결조제(sintering aids) 조성물을 제공함에 그 특징이 있다.

[0024] 또한, 본 발명은 방사성 소각재와 상기 소결조제 조성물을 혼합하는 단계 및 상기 혼합물을 소결하여 고화체를 제조하는 단계를 포함하는, 방사성 소각재 고화체 제조방법을 제공함에 그 특징이 있다.

[0025] 본 발명에서 상기 산화붕소(boron oxide)는 붕소와 산소의 화합물로, 이산화이붕소( $B_2O_2$ ), 삼산화이붕소( $B_2O_3$ ), 삼산화사붕소( $B_4O_3$ ), 또는 오산화사붕소( $B_4O_5$ ) 등이 있으며, 가장 바람직하게는 삼산화이붕소( $B_2O_3$ )를 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 다만, 본원발명에 따라 소결조제 조성물을 제조함에 있어서, 산화붕소의 함량은 삼산화이붕소( $B_2O_3$ )에 포함된 붕소 원소 함량을 기준으로 첨가되는 것이 바람직하다.

[0026] 또한, 본 발명에서 상기 인산암모늄(ammonium phosphate)은 인에 암모늄을 반응시킨 화합물로, 인산일암모늄( $NH_4H_2PO_4$ ), 인산이암모늄( $(NH_4)_2HPO_4$ ), 또는 인산삼암모늄( $(NH_4)_3PO_4$ ) 등이 있으며, 가장 바람직하게는 인산일암모늄( $NH_4H_2PO_4$ )을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 다만, 본원발명에 따라 소결조제 조성물을 제조함에 있어서, 인산암모늄의 함량은 인산일암모늄( $NH_4H_2PO_4$ )에 포함된 인 원소 함량을 기준으로 첨가되는 것이 바람직하다.

[0027] 본 발명의 상기 방법을 통해 제조된 고화체는 감용 효과가 크고, 우수한 압축강도를 나타내며, 열적 안정성이 향상되고, 방사성 물질의 누출 속도가 매우 낮은 향상된 내침출성을 나타내므로, 방사성 소각재를 안정한 고화체로 제조하는 데에 유용하게 사용될 수 있다.

[0028] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 하기 실시예에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.

### 실시예 1

[0029] **방사성 소각재의 고화체 제조**

[0030] 본 발명자들은 방사성 소각재를 안정한 고화체로 제조하고자 하기와 같은 공정을 수행하였다.

[0031] 먼저, 방사성 소각재를 균일화 하기 위해서 혼합하였다.

[0032] 다음으로, 산화붕소( $B_2O_3$ ) 75 ~ 80 중량%와 인산암모늄( $NH_4H_2PO_4$ ) 20 ~ 25 중량%를 혼합하여 소결조제(sintering aid)를 제조하였다.

[0033] 그리고 상기에서 균일하게 혼합한 소각재 90 ~ 95 중량%와 상기에서 제조한 소결조제 5 ~ 10 중량%를 혼합하여 혼합물을 제조하고, 상기 혼합물을 대기 분위기(atmosphere condition)의 1000℃ 이하의 비교적 저온에서 소결하여 세라믹 고화체를 제조하였다.

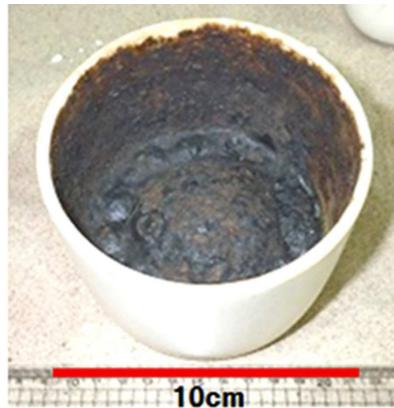
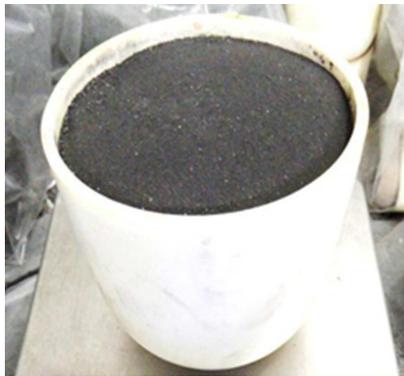
[0034] 상기와 같이 제조한 고화체는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 분말 상의 방사성 소각재가 용융되어 부피가 현저하게 감소하였으며, 안정한 고화체 형상을 나타냄을 알 수 있다.

[0035] 또한, 전자 주사현미경 분석 결과, 도 2에 나타낸 바와 같이, 소각재는 덩어리 형태로 존재하는 반면, 상기에서 제조한 고화체는 용융 형태의 유리질상으로서 안정된 고화체 형태를 형성하고 있음을 알 수 있다.

[0036] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해되어야 한다.

**도면**

**도면1**



도면2

