



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0170596
(43) 공개일자 2022년12월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21F 1/12 (2006.01) C08K 3/08 (2006.01)
G21F 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21F 1/125 (2013.01)
C08K 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0081620
(22) 출원일자 2021년06월23일
심사청구일자 2021년06월23일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
김선철
대구광역시 북구 동천로24길 12(동천동, 부영그린
타운)
(74) 대리인
윤귀상

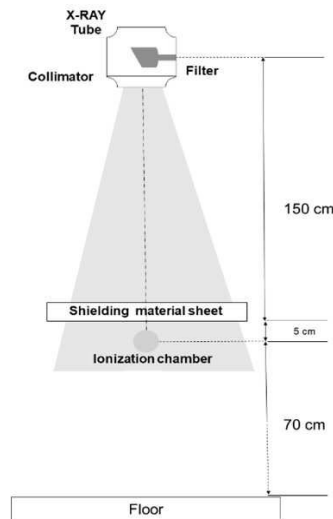
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **굴 패각을 포함하는 방사선 차폐시트 및 이의 제조방법**

(57) 요약

본 개시는 방사선 차폐효과가 우수하면서도 친환경 소재를 포함하는 방사선 차폐시트 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 본 개시는 폐기물로 버려지는 굴 패각을 가공하여 방사선 차폐제로 사용함으로써 환경오염 문제와 고비용 문제를 해결할 수 있을 뿐만 아니라, 종래 방사선 차폐제를 대체할 수 있는 우수한 방사선 차폐효과를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G21F 1/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711130140
과제번호	2020M2C8A1056950
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	방사선안전소재및의학기술개발(R&D)
연구과제명	의료기관 내 사용 에너지별 맞춤형 방사선 차폐재 개발 및 실증
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

고무 및 고분자 수지 중 하나 이상을 포함하는 베이스(base) 기재; 및
상기 베이스 기재에 분산된 방사선 차폐재;
를 포함하며,
상기 방사선 차폐재는 굴 패각 소성가공물을 포함하는, 방사선 차폐시트.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 굴 패각 소성가공물은 평균 입자 크기 2.1 내지 3.54 μm 의 분말 형태인, 시트.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 굴 패각 소성가공물은 시트 총 중량에 대하여 70 내지 80중량%로 포함되는, 시트.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 방사선 차폐재는 텅스텐을 더 포함하며,
상기 굴 패각 소성가공물과 텅스텐의 중량비는 3: 1 내지 5: 1인, 시트.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 시트는
300 내지 350 m^2/g 의 표면적;
0.001 내지 0.1 cm^3/g 의 총 공극 부피; 및
80 내지 90Å의 평균 공극 반경;
중 하나 이상을 만족하는 것인, 시트.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 방사선 차폐시트를 제조하기 위한 방법으로,
굴 패각을 분쇄 및 소성가공하여 굴 패각의 소성가공물을 제조하는 단계;
베이스 기재를 용매에 녹인 캐스팅 용액에 상기 제조된 굴 패각의 소성가공물을 첨가한 뒤 교반하여 굴 패각의 소성가공물을 분산시키는 단계; 및
상기 굴 패각의 소성가공물이 분산된 캐스팅 용액을 탈포시킨 후 압착 성형하여 방사선 차폐시트를 제조하는 단계;
를 포함하는, 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 소성가공은 600 내지 1200℃에서 300분 내지 350분 동안 수행되는 것인, 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 방법은 굴 패각을 분쇄전 세척 및 건조하는 단계를 더 포함하는, 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 방법은 굴 폐각을 분쇄 후 필터에 여과시켜 균등한 입자크기의 굴 폐각 분말을 수득하는 단계를 더 포함하는, 제조방법.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 캐스팅 용액에 굴 폐각의 소성가공물을 분산시키는 단계는 텅스텐을 투입하여 분산시키는 것을 더 포함하는, 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 방사선 차폐시트 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

배경 기술

[0002] 방사선은 에너지, 산업, 의료 장비 등 다양한 산업분야에서 사용되거나 발생하고 있다. 방사선에는 알파, 베타, 양성자, 중성자, 감마선 또는 x-선 등 다양한 종류가 있다. 이 중 감마선과 중성자의 경우 생물체에 돌연변이를 유도할 수 있고 주위환경을 오염시키는 문제가 있는데 이들은 높은 에너지를 갖고 있으며 투과력이 강하여 방사선 차폐제가 필수적으로 요구된다.

[0003] 종래의 방사선 차폐제로는 납이 주 재료로 사용되어 왔다. 그러나 납은 중금속 물질로 유해성이 높으며, 오염 문제로 폐기가 용이하지 않아, 최근에는 친환경 소재로의 대체가 요구되고 있다. 이에 납의 대체재로서 텅스텐이나 비스무트 등을 사용한 차폐제가 개발되었으나, 이들의 고비용으로 인해 아직도 방사선 차폐제로는 납을 가장 많이 사용하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1589692호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 일 관점에서, 본 개시가 해결하고자 하는 과제는 방사선 차폐효과가 우수하면서도 친환경 소재를 사용한 방사선 차폐시트 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 개시의 일 실시예는 고무 및 고분자 수지 중 하나 이상을 포함하는 베이스(base) 기재; 및 상기 베이스 기재에 분산된 방사선 차폐제를 포함하며, 상기 방사선 차폐제는 굴 폐각 소성가공물을 포함하는, 방사선 차폐시트를 제공한다.

[0007] 본 개시의 또 다른 일 실시예는, 상기 방사선 차폐시트를 제조하기 위한 방법으로, 굴 폐각을 분쇄 및 소성가공하여 굴 폐각의 소성가공물을 제조하는 단계; 베이스 기재를 용매에 녹인 캐스팅 용액에 상기 제조된 굴 폐각의 소성가공물을 첨가한 뒤 교반하여 굴 폐각의 소성가공물을 분산시키는 단계; 및 상기 굴 폐각의 소성가공물이 분산된 캐스팅 용액을 탈포시킨 후 압착 성형하여 방사선 차폐시트를 제조하는 단계를 포함하는, 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0008] 본 개시는 폐기물로 버려지는 굴 폐각을 가공하여 방사선 차폐제로 사용함으로써 종래 방사선 차폐재인 납의 사용으로 인한 중금속 오염 문제와 과중한 무게로 인한 비효율을 개선하고, 이의 대체재인 텅스텐 등의 고비용 문

제를 해결할 수 있다. 본 개시는 굴 폐각을 소성하여 굴 폐각 입자의 밀도를 증가시키고 기공율을 감소시켜 종래 방사선 차폐재를 대체할 수 있는 우수한 방사선 차폐효과를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 당업계에서 통상적으로 사용되는 방사선 차폐율 측정방법을 개략적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 본 출원의 실시예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 본 출원에 개시된 기술은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 단지, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 출원의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 출원의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 출원의 사상을 다양한 다른 형태로 구현할 수 있을 것이다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0011] 본 개시의 일 실시예는 고무 및 고분자 수지 중 하나 이상을 포함하는 베이스(base) 기재, 및 상기 베이스 기재에 분산된 방사선 차폐재를 포함하며, 상기 방사선 차폐재는 굴 폐각 소성가공물을 포함하는, 방사선 차폐시트를 제공한다.

[0012] 본 개시의 일 실시예로서 상기 굴 폐각은 굴 껍데기라고도 한다. 상기 굴 폐각은 폐기물로 버려지고 있는 친환경 천연자원으로서, 양식 또는 천연에서 수확된 굴로부터 얻어질 수 있다. 일 실시예로서, 상기 굴 폐각은 세척, 건조 및 분쇄된 것일 수 있으며, 분쇄 크기 또는 분쇄 방법에 따라 다양한 형태를 가질 수 있다. 일반적으로 굴 폐각은 아래 표 1에 나타난 바와 같이 95% 이상이 탄산칼슘(CaCO_3)으로 구성되며 밀도가 1.358 g/cm^3 로 낮아, 자연상태의 굴 폐각 자체는 방사선 차폐재로서의 성능이 부족하다.

표 1

굴 폐각의 화학적 조성

CaCO_3	SiO_2	MgO	Al_2O_3	SrO	P_2O_5	Na_2O	SO_3	총합(%)
95.994	0.696	0.649	0.419	0.33	0.204	0.984	0.724	100.0

[0014] 이에 본 개시의 일 실시예는 상기 굴 폐각의 소성가공을 통해 탄산칼슘이 산화칼슘으로 변환된 다공체를 형성하되, 소성 온도의 조절을 통해 입자간 간격을 좁혀 밀도를 높임으로써 방사선 차폐성능을 극대화시켰다.

[0015] 일 실시예로서, 상기 시트에 포함되는 굴 폐각 소성가공물은 균일한 입자 크기를 가질 수 있다. 일 실시예로서, 상기 굴 폐각 소성 가공물은 상기 시트에 균일하게 분포된 것일 수 있다.

[0016] 일 실시예로서, 상기 굴 폐각 소성가공물은 평균 입자 크기 $2.1 \mu\text{m}$ 내지 $3.54 \mu\text{m}$ 의 분말 형태일 수 있다. 본 명세서에서 상기 용어 '평균 입자 크기'의 '입자 크기'는 입자내 가장 큰 직경을 의미하며, '평균 입자 크기'는 본 개시의 시트에 분포하는 적어도 90% 이상의 굴 폐각 소성가공물들의 입자 크기의 평균을 의미한다. 구체적으로, 상기 굴 폐각 소성가공물들의 입자 크기의 평균은 본 개시의 시트에 분포하는 적어도 90% 이상, 91% 이상, 92% 이상, 93% 이상, 94% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상 또는 99% 이상의 굴 폐각 소성가공물들의 입자내 가장 큰 직경의 평균값을 의미할 수 있다. 구체적으로, 상기 굴 폐각 소성가공물의 평균 입자 크기는 $2.1 \mu\text{m}$ 이상, $2.2 \mu\text{m}$ 이상, $2.3 \mu\text{m}$ 이상, $2.4 \mu\text{m}$ 이상, $2.5 \mu\text{m}$ 이상, $2.6 \mu\text{m}$ 이상, $2.7 \mu\text{m}$ 이상, $2.8 \mu\text{m}$ 이상, $2.9 \mu\text{m}$ 이상, $3.0 \mu\text{m}$ 이상, $3.1 \mu\text{m}$ 이상, $3.2 \mu\text{m}$ 이상, $3.3 \mu\text{m}$ 이상 또는 $3.4 \mu\text{m}$ 이상일 수 있으며, $3.54 \mu\text{m}$ 이하, $3.5 \mu\text{m}$ 이하, $3.4 \mu\text{m}$ 이하, $3.3 \mu\text{m}$ 이하, $3.2 \mu\text{m}$ 이하, $3.1 \mu\text{m}$ 이하, $3.0 \mu\text{m}$ 이하, $2.9 \mu\text{m}$ 이하, $2.8 \mu\text{m}$ 이하, $2.7 \mu\text{m}$ 이하, $2.6 \mu\text{m}$ 이하, $2.5 \mu\text{m}$ 이하, $2.4 \mu\text{m}$ 이하, $2.3 \mu\text{m}$ 이하 또는 $2.2 \mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 일 실시예로서 상기 굴 폐각의 소성가공물은 상기 범위의 작은 입자크기를 가짐으

로써 동일 면적의 시트 내 굴 패각 입자의 함량을 높힐 수 있어 우수한 방사선 차폐 효과를 제공할 수 있다.

- [0017] 일 실시예로서, 상기 굴 패각 소성가공물은 복수개의 공극을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 공극은 매우 미세한 크기의 세공으로, 상기 공극의 평균 직경은 3 내지 4Å일 수 있으나, 이는 소성가공정도에 따라 제한되지 않고 조절될 수 있다. 본 명세서에서 상기 용어 '공극의 평균 직경'의 '직경'은 공극내 가장 큰 직경을 의미하며, '평균 직경'은 본 개시의 굴 패각 소성가공물 입자에 포함된 적어도 90% 이상의 공극 직경의 평균을 의미한다. 구체적으로, 상기 공극의 평균 직경은 본 개시의 굴 패각의 소성가공물 입자에 분포하는 적어도 90% 이상, 91% 이상, 92% 이상, 93% 이상, 94% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상 또는 99% 이상의 공극들의 가장 큰 직경의 평균값을 의미할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 공극의 평균 직경은 3Å 이상, 3.1Å 이상, 3.2Å 이상 또는 3.3Å 이상일 수 있으며, 4Å 이하, 3.9Å 이하, 3.8Å 이하, 3.7Å 이하, 3.6Å 이하 또는 3.5Å 이하일 수 있다.
- [0018] 상기 관점에서, 일 실시예에 따른 상기 굴 패각 소성가공물은 시트 총 중량에 대하여 70 내지 80중량%로 포함될 수 있다. 구체적으로, 상기 굴 패각 소성가공물은 시트 총 중량에 대하여 70 중량% 이상, 71 중량% 이상, 72 중량% 이상, 73 중량% 이상, 74 중량% 이상, 75 중량% 이상, 76 중량% 이상, 77 중량% 이상, 78 중량% 이상 또는 79 중량% 이상으로 포함될 수 있으며, 80 중량% 이하, 79 중량% 이하, 78 중량% 이하, 77 중량% 이하, 76 중량% 이하, 75 중량% 이하, 74 중량% 이하, 73 중량% 이하, 72 중량% 이하 또는 71 중량% 이하로 포함될 수 있다.
- [0019] 일 실시예로서, 상기 베이스 기재에 포함되는 고무는 천연 고무, 이소프렌 고무, 니트로부타디엔 고무 또는 이들의 혼합물일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0020] 일 실시예로서, 상기 베이스 기재에 포함되는 고분자 수지는 저밀도폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE), 고밀도폴리에틸렌(high density polyethylene, HDPE), 폴리비닐알콜(polyvinylalcohol, PVA), PET(polyethylene terephthalate), EPM(copolymer of ethylene and propylene), 폴리우레탄(poly urethan), 실리콘(sillicon), 에폭시(Epoxy) 또는 이들의 조합일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0021] 일 실시예로서, 상기 시트는 우수한 방사선 차폐율을 제공하기 위한 관점에서, 300 내지 350 m²/g의 표면적, 0.001 내지 0.1 cm³/g의 총 공극 부피, 및 80 내지 90Å의 평균 공극 반경 중 하나 이상을 만족하는 것일 수 있다. 구체적으로, 일 실시예에 따른 상기 시트의 표면적은 300 m²/g 이상, 305 m²/g 이상, 310 m²/g 이상, 315 m²/g 이상 또는 320 m²/g 이상이고, 350 m²/g 이하, 345 m²/g 이하, 340 m²/g 이하, 335 m²/g 이하 또는 330 m²/g 이하일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 일 실시예에 따른 상기 시트의 총 공극 부피는 0.001 cm³/g 이상, 0.002 cm³/g 이상, 0.003 cm³/g 이상, 0.004 cm³/g 이상, 0.005 cm³/g 이상, 0.006 cm³/g 이상, 0.007 cm³/g 이상, 0.008 cm³/g 이상, 0.009 cm³/g 이상, 0.01 cm³/g 이상, 0.05 cm³/g 이상 또는 0.09 cm³/g 이상이고, 0.1 cm³/g 이하, 0.9 cm³/g 이하, 0.8 cm³/g 이하, 0.7 cm³/g 이하, 0.6 cm³/g 이하, 0.5 cm³/g 이하, 0.4 cm³/g 이하, 0.3 cm³/g 이하, 0.2 cm³/g 이하, 0.1 cm³/g 이하, 0.05 cm³/g 이하 또는 0.01 cm³/g 이하일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 일 실시예에 따른 상기 시트에 포함된 공극들의 평균 공극 반경은 80Å 이상, 81Å 이상, 82Å 이상, 83Å 이상, 84Å 이상, 85Å 이상, 86Å 이상, 87Å 이상, 88Å 이상 또는 89Å 이상일 수 있으며, 90Å 이하, 89Å 이하, 88Å 이하, 87Å 이하, 86Å 이하, 85Å 이하, 84Å 이하, 83Å 이하, 82Å 이하 또는 81Å 이하일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0022] 일 실시예로서, 상기 방사선 차폐재는 텅스텐을 더 포함할 수 있다. 일 실시예로서, 상기 텅스텐은 산화텅스텐일 수 있으며, 상기 텅스텐의 입자크기는 나노 또는 마이크로 사이즈라면 제한되지 않는다. 본 개시는 굴 패각 소성가공물에 소량의 텅스텐을 혼합시킴으로써 방사선 차폐율을 더욱 개선할 수 있다. 상기 관점에서, 본 개시의 일 실시예에 따른 시트에 포함되는 굴패각 소성가공물과 텅스텐의 중량비는 2: 1 내지 4: 1일 수 있다. 구체적으로, 상기 굴패각 소성가공물과 텅스텐의 중량비는 2 이상: 1, 2.1 이상: 1, 2.2 이상: 1, 2.3 이상: 1, 2.4 이상: 1, 2.5 이상: 1, 2.6 이상: 1, 2.7 이상: 1, 2.8 이상: 1, 2.9 이상: 1, 3 이상: 1, 3.1 이상: 1, 3.2 이상: 1, 3.3 이상: 1, 3.4 이상: 1, 3.5 이상: 1, 3.6 이상: 1, 3.7 이상: 1, 3.8 이상: 1 또는 3.9 이상: 1 일 수 있으며, 4 이하: 1, 3.9 이하: 1, 3.8 이하: 1, 3.7 이하: 1, 3.6 이하: 1, 3.5 이하: 1, 3.4 이하: 1, 3.3 이하: 1, 3.2 이하: 1, 3.1 이하: 1, 3 이하: 1, 2.9 이하: 1, 2.8 이하: 1, 2.7 이하: 1, 2.6 이하: 1, 2.5 이하: 1 또는 2.4 이하: 1일 수 있다.
- [0023] 일 실시예로서, 상기 방사선 차폐시트의 두께는 0.01mm 내지 10mm일 수 있으나, 시트가 사용되는 용도에 따라

이에 제한되지 않고 당업자가 조절할 수 있다.

- [0024] 본 개시는 상술된 바와 같은 일 실시예들에 따른 방사선 차폐시트를 제조하기 위한 방법으로,
- [0025] 굴 패각을 분쇄 및 소성가공하여 굴 패각의 소성가공물을 제조하는 단계;
- [0026] 베이스 기재를 용매에 녹인 캐스팅 용액에 상기 제조된 굴 패각의 소성가공물을 첨가한 뒤 교반하여 굴 패각의 소성가공물을 분산시키는 단계; 및
- [0027] 상기 굴 패각의 소성가공물이 분산된 캐스팅 용액을 탈포시킨 후 압착 성형하여 방사선 차폐시트를 제조하는 단계;
- [0028] 를 포함할 수 있다.
- [0029] 일 실시예로서, 상기 소성가공은 600 내지 1200℃에서 300분 내지 350분 동안 수행되는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 소성가공 온도는 600℃ 이상, 700℃ 이상, 800℃ 이상, 900℃ 이상, 1000℃ 이상 또는 1100℃ 이상일 수 있으며, 1200℃ 이하, 1100℃ 이하, 또는 1000℃ 이하일 수 있다. 구체적으로, 상기 소성가공 시간은 300 분 이상 또는 310 분 이상일 수 있으며, 350 분 이하, 340 분 이하, 330 분 이하, 320 분 이하 또는 310 분 이하일 수 있다. 일 실시예에 따라 굴 패각을 상기 범위의 온도 및 시간에서 소성가공 할 경우 굴 패각 입자의 열 분해 및 입자 크기 감소로 인해 무게가 감소하며 동일 면적의 시트에 포함되는 굴 패각 입자의 함량, 즉 밀도를 높일 수 있으므로, 방사선 차폐시트의 차폐율을 증가시킬 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 소성가공 온도는 900 내지 1200℃일 수 있다. 900℃에서 굴 패각에 포함된 탄산칼슘이 산화칼슘으로 변환되므로, 900℃ 이상의 온도로 소성가공시 방사선 차폐시트의 차폐율을 현저히 증가시킬 수 있다.
- [0030] 일 실시예로서, 상기 방법은 굴 패각을 분쇄전 세척 및 건조하는 단계를 더 포함할 수 있다. 구체적으로, 굴 패각을 물을 사용하여 세척하여 염분 또는 오염 물질을 제거하고, 건조를 통해 물기를 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예로서, 상기 굴 패각의 분쇄 공정은 굴 패각 입자를 마이크로미터 단위로 세립화할 수 있는 것이면 제한되지 않으며, 당업계에서 통상적으로 사용되는 분쇄공정 또는 분쇄기(grinder)가 사용될 수 있다.
- [0031] 일 실시예로서, 상기 방법은 굴 패각을 분쇄한 후 필터에 여과시켜 균등한 입자크기의 굴 패각 분말을 수득하는 단계를 더 포함할 수 있다. 일 실시예로서 상기 여과는 미세 그물망이 사용될 수 있다. 상기와 같은 여과 공정을 거칠 경우 균등한 입자크기로 인해 보다 균질한 방사선 차폐효율을 제공할 수 있다.
- [0032] 일 실시예로서, 상기 방법은 상기 캐스팅 용액에 굴 패각의 소성가공물을 분산시키는 단계는 텅스텐을 투입하여 분산시키는 것을 더 포함할 수 있으며, 상기 텅스텐은 상술된 바와 같다. 일 실시예로서, 상기 방법은 굴 패각의 소성가공물과 텅스텐을 혼합시킴으로써 보다 개선된 방사선 차폐 효율을 제공할 수 있다.
- [0033] 이하, 실시예를 참조하여 본 개시를 상세히 설명한다. 이들은 오로지 본 개시를 보다 구체적으로 설명하기 위해 예시적으로 제시한 것일 뿐, 본 개시의 범위가 이 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가지는 자에 있어서 자명할 것이다.
- [0034] [실시예 1]
- [0035] 본 개시의 일 실시예에 따른 방사선 차폐시트를 다음과 같이 제조하였다.
- [0036] 해안에서 수집한 굴 패각을 증류수로 이용하여 세척한 후 80℃ 열풍 건조기를 통해 12시간 건조시켰다. 그 다음 분쇄기를 사용하여 분쇄한 후 미세 그물망을 이용하여 입자크기를 균등하게 걸러, 평균 입자 크기 2.0 내지 3.54 μm의 굴 패각 분말 23g을 수득하였다. 상기 굴 패각 분말을 머플 퍼니스(Muffle Furnaces; Nabertherm, co. Model: L5/11)에 넣고 1200℃에서 최소 300분간 소성가공을 수행하였다. 상기 제조된 소성 후 굴 패각 분말 입자의 부피는 0.245 cm³/g였다.
- [0037] 그 다음, 용매 N-디메틸포름아미드(DMF, 99.5%)에 고밀도 폴리에틸렌(HDPE, 분자량 400만 이상, 밀도 0.91g/cm³)를 최종 제조되는 시트 100 중량%에 대하여 10중량%가 되도록 투입하고 교반기를 사용하여 교반하며 용해시켜 캐스팅 용액을 제조하였다. 상기 캐스팅 용액에 방사선 차폐제로서 상기 제조한 굴 패각 소성가공 분말을 최종 제조되는 시트 100 중량%에 대하여 70 중량%가 되도록 첨가한 뒤, 5000rpm으로 교반하여 입자를 분산시켰다. 차폐시트 내부의 공극을 제거하기 위하여 가소제로 다이아이소노닐 프탄산(Diisononyl phthalate, DINP)을 최종 제조되는 시트 100 중량%에 대하여 0.85~0.95중량%가 되도록 투입한 후 혼합시켰다. 최종 캐스팅 용액의 균일한 방사선 차폐성능을 유지하기 위해서 이물질을 필터링을 통해 제거하고 탈포 과정을 거친 후 압착

성형의 캘린더 공정을 통해 시트 형태로 제조하였다. 상기 제조된 방사선 차폐 시트의 평균 공극 반경은 84Å, 시트내 상기 굴 패각 분말 입자의 표면적은 329.0 m²/g였다.

[실시예 2]

본 개시의 다른 일 실시예로서, 상기 실시예 1에서 굴 패각 분말의 소성온도를 600℃로 하여 소성가공한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 방사선 차폐 시트를 제조하였다.

[실시예 3]

본 개시의 다른 일 실시예로서, 상기 실시예 1에서 시트의 베이스 기재로서 고밀도 폴리에틸렌대신 고무를 사용한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 방사선 차폐 시트를 제조하였다.

[실시예 4]

본 개시의 다른 일 실시예로서, 상기 실시예 3에서 상기 캐스팅 용액에 투입하는 방사선 차폐제로 굴 패각 소성 가공 분말과 나노산화텅스텐 분말(제조사: 대구텍 제품명: 금속 텅스텐 분말)을 8:2의 중량비로 첨가한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 방사선 차폐 시트를 제조하였다.

[실시예 5]

본 개시의 다른 일 실시예로서, 상기 실시예 1에서 상기 캐스팅 용액에 투입하는 방사선 차폐제로 굴 패각 소성 가공 분말과 나노산화텅스텐 분말(제조사: 대구텍 제품명: 금속 텅스텐 분말)을 8:2의 중량비로 첨가한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 방사선 차폐 시트를 제조하였다.

[비교예 1]

본 개시의 비교예로서, 상기 실시예 1에서 굴 패각 분말을 소성시키지 않고 캐스팅 용액에 투입한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 방사선 차폐 시트를 제조하였다.

[시험예 1]

상기 실시예의 차폐시트들의 방사선 차폐 성능을 한국산업표준에 X선 방호용품류의 납 당량 시험방법(KS A 4025: 2017)에 따라 평가하였으며, 이에 따른 방사선 차폐율 측정 방법을 도 1에 개략적으로 나타내었다.

도 1에 나타난 바와 같이, X선 튜브에서 차폐시트까지의 거리를 150cm로 설정하고 차폐시트와 전리함 간의 거리를 5cm로 설정하였다. 전리함에서 바닥까지의 거리는 70cm로 설정하였다. 차폐시트의 차폐율 계산은 아래의 수식에 따라 계산하였다.

[수학식 1]

$$\text{방사선 차폐율(\%)} = (1 - W/W_0) \times 100$$

여기서, W는 X-ray tube와 선량계(Dosemeter) 사이에 차폐시트가 있을 경우에 측정된 선량값이며, W₀는 X-ray tube와 선량계(Dosemeter) 사이에 차폐시트가 없을 경우에 측정된 조사선량값이다.

X-선 발생장치(Tosiba E7239, 150kV-500mA, 1999, Japan)를 이용하여 실험하였으며 결과의 평균값을 이용하였다. 선량 검출기는 DosiMax plus 1(2019. iba Dosimetry.Corp.)로 검정 및 교정 후 사용하였다.

표 2

의료방사선 에너지(kv)	방사선 차폐율(%)		
	비교예 1	실시예 1	실시예 2
40	17.94	37.32	20.98
60	12.46	26.90	15.93
80	7.64	21.12	12.20
100	9.05	18.10	10.44
120	7.37	17.72	8.93

그 결과, 상기 표 2에 나타난 바와 같이, 굴 패각 분말을 소성가공하지 않고 제조한 비교예 1과 비교하여, 굴 패각 분말을 소성가공하여 제조한 실시예 1 및 실시예 2의 방사선 차폐율이 더 높은 것으로 나타났으며, 특히

굴 패각 분말을 1000 내지 1400℃의 온도에서 소성한 실시예 1의 경우 실시예 2보다도 현저히 향상된 방사선 차폐율을 나타내었다. 이는 굴 패각의 열 소성 가공을 통해 입자간 접촉면적이 증가하였기 때문이다.

[0057] [시험예 2]

[0058] 본 개시의 일 실시예에 따라 나노산화텅스텐을 더 포함하는 방사선 차폐시트의 방사선 차폐율을 상기 시험예 1과 동일한 방법으로 평가하였다.

표 3

[0059]

의료 방사선 에너지 (kVp)	방사선 차폐율(%)		
	실시예 1	실시예 4	실시예 5
40	37.32	74.11	69.54
60	26.90	76.69	71.24
80	21.12	72.97	69.49
100	18.10	68.41	62.32
120	17.72	66.22	56.21

[0060] 그 결과, 상기 표 3에 나타난 바와 같이 방사선 차폐재로 굴 패각 소성가공 분말과 텅스텐 분말의 혼합물을 포함하는 실시예 4 및 5의 경우 굴 패각 소성가공 분말을 단독으로 포함하는 실시예 1과 비교하여 고에너지(100kVp)대 및 저에너지(50~80kVp)대에서 모두 매우 증가된 방사선 차폐율을 나타내었다. 또한, 시트의 베이스 기재로 고무를 사용한 실시예 4가 고분자 수지를 사용한 실시예 5보다 방사선 차폐율이 약 10% 더 우수한 것으로 나타났으며, 이는 굴 패각 분말의 다공성으로 인해 고무와의 친화성이 더 우수하여 제조공정에 굴 패각 분말의 분산이 더 고르게 이루어졌기 때문이다.

[0061] [시험예 3]

[0062] 본 개시에 따른 방사선 차폐시트와 납을 포함하는 종래 방사선 차폐시트의 방사선 차폐율을 아래와 같이 비교 평가하였다.

[0063] 종래 사용되던 방사선 차폐시트로는 방사선 차폐재로 국제 공인된 순수 표준 납을 포함하는 시트를 사용하였다(비교예 2).

표 4

[0064]

의료 방사선 에너지 (kVp)	방사선 차폐율(%)	
	비교예 2	실시예 4
40	94.53	74.11
60	84.00	76.69
80	73.41	72.97
100	65.27	68.41
120	62.38	66.22

[0065] 상기 결과로부터, 본 개시에 따른 실시예의 경우 제조비용은 종래 방사선 차폐재의 주재료로 납 또는 텅스텐을 포함하는 방사선 차폐시트의 10% 정도에 불과함에도 방사선 차폐율은 상기 종래 납을 포함하는 시트에 근접하게 나타내어, 종래 시트를 대체할 수 있음을 확인할 수 있다.

도면

도면1

