(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0152321
(43) 공개일자 2023년11월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21F 1/10 (2006.01) *C08J 5/18* (2006.01)
C08K 3/08 (2006.01) *C08L 101/00* (2006.01)
G21F 1/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21F 1/106 (2013.01)
C08J 5/18 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2022-0051916
(22) 출원일자 2022년04월27일
심사청구일자 2022년04월27일

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

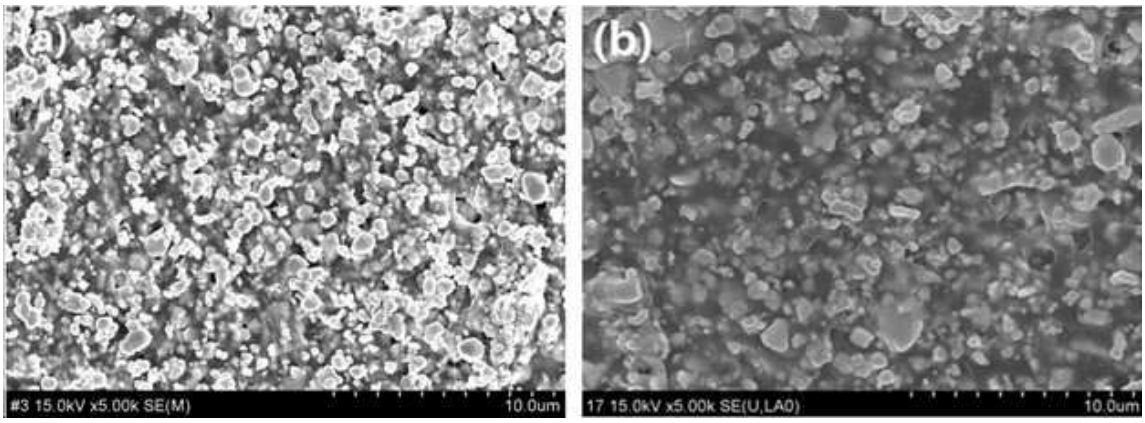
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **방사선 차폐 필름 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

본 명세서는 텅스텐 분말을 사용한 방사선 차폐 필름 및 방사선 차폐 필름의 제조방법에 관한 것으로, 상기 방사선 차폐 필름은 납을 대체하는 친환경 방사선 차폐재인 텅스텐 입자를 고밀도로 포함하면서도 초박막으로 형성되어 유연성과 방사선 차폐율이 모두 우수하므로, 의료기관용 방사선 차폐복과 이외 방사선 차폐 필름을 필요로 하는 다양한 분야에 용이하게 사용할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C08K 3/08 (2013.01)
C08L 101/00 (2013.01)
G21F 1/125 (2013.01)
C08K 2003/0887 (2013.01)
C08K 2201/005 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345343774
과제번호	2020R1I1A3070451
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	박막 의료방사선 차폐재 개발을 위한 하이브리드 분산 기술개발 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

텅스텐 분말 및 고분자 베이스를 포함하는 방사선 차폐 필름이며,

상기 텅스텐 분말의 평균 입자 크기는 80 내지 200 nm이고,

상기 필름의 두께는 0.01 내지 0.025㎜인, 방사선 차폐 필름.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 필름은 상기 텅스텐 분말을 필름 총 중량에 대하여 88 내지 92 중량%로 포함하는, 방사선 차폐 필름.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 텅스텐 분말은 필름에 균일하게 분산되어 있는 것인, 방사선 차폐 필름.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 고분자 베이스는 폴리에틸렌 또는 고밀도 폴리에틸렌을 포함하는, 방사선 차폐 필름.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 방사선 차폐 필름의 x-선 차폐율은 60 내지 120kVp의 관전압 범위에서 측정시 70 내지 95%인, 방사선 차폐 필름.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 방사선 차폐 필름의 인장강도는 10 내지 15MPa인, 방사선 차폐 필름.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 방사선 차폐 필름을 포함하는 방사선 차폐복.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 방사선 차폐 필름을 포함하는 방사선 차폐시설의 건축재료.

청구항 9

제1항 내지 제6항의 방사선 차폐 필름의 제조방법으로,

평균 입자 크기가 80 내지 200 nm인 텅스텐 분말을 분할하여 일부를 고분자 베이스를 포함하는 캐스팅 용액에 첨가하고 교반하여 텅스텐 분말을 용액내에 분산시키는 단계를 2회 이상 반복 수행하는 단계; 및

상기 텅스텐 분말이 분산된 용액을 필름에 도포하고, 열을 가해 압착 성형하는 단계;

를 포함하는, 방사선 차폐 필름의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 교반 속도는 2000 내지 4000 rpm이며, 교반 시간은 10 내지 15분인, 방사선 차폐 필름의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 압착 성형하는 단계에서 가해지는 열의 온도는 60 내지 90℃이고, 가해지는 압력은 10 내

지 30MPa인, 방사선 차폐 필름의 제조방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 텅스텐 분말을 분쇄하여 평균 입자 크기가 80 내지 200 nm인 텅스텐 분말을 제조하는 단계를 더 포함하는, 방사선 차폐 필름의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 명세서는 방사선 차폐 필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 납은 주로 의료기관의 방사선 차폐물 제조에 사용된다. 납은 X선 차폐 성능이 우수하고 가공성 및 경제성이 우수하여 의료기관에서 다양한 형태로 널리 사용되고 있다. 그러나 납 사용이 증가하면 의료진과 환자가 납에 더 많이 노출되기 때문에 납 중독의 위험이 있으며, 납의 폐기는 환경 문제와도 관련이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에는 텅스텐, 비스무트, 황산바륨, 안티몬 등의 다양한 친환경 차폐재와 무기물을 혼합한 재료가 방사선 차폐물로 사용되고 있다.

[0003] 의료기관은 일반적으로 방사선 차폐를 위한 차폐복(shielding suit)을 필요로 하는데, 사용자의 활동을 용이하게 하기 위하여는 경량성과 유연성이 필요하다. 즉, 차폐복에 사용되는 차폐 소재는 의료진의 활동을 방해하지 않는 충분한 유연성을 가져야 한다. 그러나 차폐복의 유연성을 향상시키려면 차폐소재의 제조시 사용되는 고분자 재료의 함량을 늘려야 하는데, 이는 차폐소재의 입자 구조의 밀도를 감소시켜 차폐 성능을 저하시키며, 반대로 고분자 재료의 함량을 줄이면 차폐소재 사이의 결합력이 떨어지고 얇은 차폐 시트를 사용할 경우 크랙이 나타날 수 있다는 문제가 있었다. 따라서 의료기관에서 사용하는 차폐소재는 일정한 두께, 유연성, 인장강도를 가져야 하며 납과 유사한 차폐 성능을 발휘할 수 있는 복잡한 요건을 만족해야 한다. 이상적인 방법은 차폐 소재만에 차폐물을 단독으로 처리하고 사용하는 것이나, 소재에 따라 가공성이 제한되어 원하는 형태로 소재를 제조하기 어렵다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1261340호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 일 관점에서, 본 개시가 해결하고자 하는 과제는 친환경 방사선 차폐물을 포함하면서도 유연성이 우수한 초박막의 방사선 차폐 필름을 제공하는 것이다.

[0006] 일 관점에서, 본 개시가 해결하고자 하는 과제는 상기 방사선 차폐 필름의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 개시의 일 실시예는, 텅스텐 분말 및 고분자 베이스를 포함하는 방사선 차폐 필름이며, 상기 텅스텐 분말의 평균 입자 크기는 80 내지 200 nm이고, 상기 필름의 두께는 0.01 내지 0.025mm인, 방사선 차폐 필름을 제공한다.

[0008] 본 개시의 다른 일 실시예는, 상기 방사선 차폐 필름을 포함하는 방사선 차폐복을 제공한다.

[0009] 본 개시의 다른 일 실시예는, 상기 방사선 차폐 필름을 포함하는 방사선 차폐시설의 건축재료를 제공한다.

[0010] 본 개시의 다른 일 실시예는, 상기 방사선 차폐 필름의 제조방법으로,

[0011] 평균 입자 크기가 80 내지 200 nm인 텅스텐 분말을 분할하여 일부를 고분자 베이스를 포함하는 캐스팅 용액에 첨가하고 교반하여 텅스텐 분말을 상기 용액내에 분산시키는 단계를 2회 이상 반복 수행하는 단계; 및

[0012] 상기 텅스텐 분말이 분산된 용액을 기판에 도포하고, 열을 가해 압착 성형하는 단계;

[0013] 를 포함하는, 방사선 차폐 필름의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0014] 본 개시의 일 실시예들은 나노 입자 크기의 텅스텐 분말을 고분자 베이스에 균일하게 분산 및 압착하여 텅스텐 분말이 고밀도로 포함되면서도 수 마이크로미터 두께의 초박막인 방사선 차폐 필름을 제공할 수 있다. 따라서, 본 개시는 높은 방사선 차폐율과 함께 초경량 초박막의 필름이 요구되는 의료 분야 또는 건설 분야 등 방사선 차폐 필름을 필요로 하는 다양한 산업분야와 다양한 제품에 유용하게 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 (a) 본 개시의 일 실시예에 따른 방사선 차폐 필름과 (b) 종래 기술에 따라 제조한 비교예의 텅스텐 분말 입자 분포를 확인하기 위한 전계방사형 주사전자현미경(FESEM) 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0017] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들은 단지 설명을 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들은 본 발명을 특정한 개시 형태로 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0018] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제되지 않는다.

[0019] 본 개시의 일 실시예는 텅스텐 분말 및 고분자 베이스를 포함하는 방사선 차폐 필름으로, 상기 필름에 포함되는 상기 텅스텐 분말의 평균 입자 크기는 80 내지 200 nm이며, 상기 필름의 두께는 0.01 내지 0.025mm인 필름을 제공할 수 있다.

[0020] 일 실시예로서, 상기 필름은 무연(lead-free) 필름일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 필름은 방사선 차폐 재료로 텅스텐만으로 포함하는 것일 수 있다. 본 개시는 납을 포함하지 않아 인체에 안전하고 환경에 무해하면서도 의료분야와 이외 방사선 차폐 성능을 필요로 하는 다양한 분야에서 유용하게 사용될 수 있다.

[0021] 일 실시예로서, 상기 필름은 상기 텅스텐 분말을 필름 총 중량에 대하여 88 내지 92 중량%로 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 텅스텐 분말은 방사선 차폐 필름 총 중량에 대하여 88 중량% 이상, 89 중량% 이상, 90 중량% 이상, 91 중량% 이상 또는 91.9 중량% 이상으로 포함될 수 있으며, 92 중량% 이하, 91 중량% 이하, 90중량% 이하, 89 중량% 이하 또는 88.1 중량% 이하로 포함될 수 있다. 상기 텅스텐 분말이 상기 88 중량% 미만으로 적게 포함될 경우 방사선 차폐능이 낮아질 수 있으며, 92 중량%를 초과할 경우에는 고분자 베이스 함량이 상대적으로 너무 적어 필름의 형성이 어려울 수 있다.

[0022] 일 실시예로서, 상기 텅스텐 분말은 필름에 균일하게 분산되어 있는 것일 수 있다.

[0023] 일 실시예로서, 상기 텅스텐 분말의 평균 입자 크기는 80 내지 200 nm일 수 있다. 이때, 상기 입자 크기는 입자 내 가장 큰 직경을 의미한다. 상기 평균 입자 크기는 방사선 차폐 필름에 포함되는 적어도 90% 이상의 텅스텐 분말들의 입자 크기의 평균을 의미한다. 구체적으로, 상기 텅스텐 분말들의 입자 크기의 평균은 방사선 차폐 필름에 포함되는 적어도 90% 이상, 91% 이상, 92% 이상, 93% 이상, 94% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상 또는 99% 이상의 분말들의 입자내 가장 큰 직경의 평균값을 의미할 수 있다. 보다 구체적으로 상기 입자 크기의 평균은 80 nm 이상, 85 nm 이상, 90 nm 이상, 95 nm 이상, 100 nm 이상, 110 nm 이상, 120 nm 이상, 130 nm 이상, 140 nm 이상, 150 nm 이상, 160 nm 이상, 170 nm 이상, 180 nm 이상 또는 190 nm 이상일 수 있으

며, 200 nm 이하, 190 nm 이하, 180 nm 이하, 170 nm 이하, 160 nm 이하, 150 nm 이하, 140 nm 이하, 130 nm 이하, 120 nm 이하, 110 nm 이하, 100 nm 이하, 90 nm 이하 또는 85 nm 이하일 수 있다. 상기 입자 크기 범위를 벗어날 경우 방사선 차폐 성능이 낮아지거나, 초박막 필름의 형성 또는 가공성이 떨어질 수 있다.

[0024] 일 실시예로서, 상기 필름의 두께는 0.01 내지 0.025mm일 수 있다. 구체적으로, 상기 필름의 두께는 0.01 mm 이상, 0.015 mm 이상, 0.02 mm 이상 또는 0.023 mm 이상일 수 있으며, 0.025 mm 이하, 0.022 mm 이하, 0.02 mm 이하, 0.015 mm 이하 또는 0.012 mm 이하일 수 있다. 상기 필름 두께가 0.01 mm 미만일 경우 방사선 차폐 성능이 낮아지거나 인장강도가 낮아 필름에 균열이 일어날 수 있다. 상기 필름 두께가 0.025 mm 초과일 경우에도 유연성이 저하되어 필름에 균열이 일어날 수 있으며, 필름 두께 및 무게의 증가로 인해 방사선 차폐복과 같은 의류에 사용시 불편함이 초래되어 사용 범위가 제한될 수 있다.

[0025] 일 실시예로서, 상기 고분자 베이스는 열적 안정성이 우수한 것이라면 제한되지 않으나, 예를 들어 폴리에틸렌, 고밀도 폴리에틸렌, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0026] 또한, 본 개시의 일 실시예는 상기 방사선 차폐 필름의 제조방법으로,

[0027] 평균 입자 크기가 80 내지 200 nm인 텅스텐 분말을 분할하여 일부를 고분자 베이스를 포함하는 캐스팅 용액에 첨가하고 교반하여 텅스텐 분말을 상기 용액내에 분산시키는 단계를 2회 이상 반복 수행하는 단계; 및

[0028] 상기 텅스텐 분말이 분산된 용액을 기판에 도포하고, 열을 가해 압착 성형하는 단계;

[0029] 를 포함하는, 방사선 차폐 필름의 제조방법을 제공할 수 있다.

[0030] 일 실시예로서, 상기 방법은 텅스텐 분말을 분쇄하여 평균 입자 크기가 80 내지 200 nm인 텅스텐 분말을 제조하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 텅스텐 분말을 분쇄하는 단계는 텅스텐 분말을 분쇄기를 이용하여 200nm 이하로 5회 이상 초음파 분쇄하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 일 실시예로서 상기 분쇄 단계는 텅스텐 분말의 분쇄 후 건조 단계를 더 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 건조 단계의 건조 온도 및 시간은 분쇄된 텅스텐 분말의 양에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어 상기 건조 온도는 40 내지 80℃, 보다 구체적으로는 50 내지 70℃일 수 있다. 예를 들어, 상기 건조 시간은 15 내지 35 시간, 보다 구체적으로 20 내지 28시간일 수 있다.

[0032] 일 실시예로서, 상기 제조방법은 상기 텅스텐 분말을 캐스팅 용액내 분산시키는 단계 이전에, 고분자 베이스를 용매에 투입 후 용해시켜 캐스팅 용액을 제조하는 단계를 더 포함할 수 있다. 일 실시예로서, 상기 용매는 사용되는 고분자 베이스를 용해시킬 수 있는 것이라면 그 종류가 제한되지 않으며, 예를 들어 N-디메틸포름아마이드(dimethylformamide, DMF)를 포함할 수 있다. 일 실시예로서, 상기 고분자 베이스는 용매에 완전히 용해되는 것일 수 있으며, 상기 용액을 일정 시간 방치하여 내부 기포를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방치 시간은 예를 들어 12 시간 이상, 13 시간 이상, 14 시간 이상 또는 15 시간 이상일 수 있다.

[0033] 일 실시예로서, 상기 텅스텐 분말을 용액내 분산시키는 단계는 입자 분산 방식에 의한 것일 수 있다. 일 실시예로서, 상기 텅스텐 분말을 용액내 분산 시키는 단계는 2회 이상, 3회 이상, 4회 이상 또는 5회 이상 반복 수행하는 것일 수 있다. 본 개시의 일 실시예는 텅스텐 분말 중 일부를 캐스팅 용액에 첨가하여 교반 후, 다른 일부를 상기 캐스팅 용액에 넣고 교반하는 반복적인 시간 분할 교반기술을 적용하여 혼합성을 개선하였다. 이를 통해 본 개시는 텅스텐 분말들의 응집을 방지하고, 텅스텐 분말들이 균일하게 분산된 필름을 제조할 수 있다.

[0034] 일 실시예로서, 상기 교반 속도는 2000 내지 4000 rpm, 구체적으로는 2000 rpm 이상, 2500 rpm 이상, 3000 rpm 이상 또는 3500 rpm 이상일 수 있으며, 4000 rpm 이하, 3500 rpm 이하, 3000 rpm 이하 또는 2500 rpm 이하일 수 있다. 일 실시예로서, 교반 시간은 10 내지 15분, 구체적으로는 10 분 이상, 11 분 이상, 12 분 이상, 13 분 이상 또는 14 분 이상일 수 있으며, 15 분 이하, 14 분 이하, 13 분 이하, 12 분 이하 또는 11 분 이하일 수 있다.

[0035] 일 실시예로서, 상기 캐스팅 용액은 방사선 차폐 필름의 미세기공을 제거하고 유연성을 향상시키기 위하여 가소제를 첨가제로 더 포함할 수 있다. 예를 들어 상기 가소제는 다이아이소노닐 프탈레이트(Diisononyl phthalate, DINP)를 포함할 수 있다.

[0036] 일 실시예로서, 상기 텅스텐 분말이 분산된 용액을 필름에 도포하는 단계는 도포 이전에 필터를 사용하여 상기 캐스팅 용액에 포함된 이물질을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0037] 일 실시예로서, 상기 열을 가해 압착 성형하는 단계는 열 유압 프레스 기기를 사용하여 이루어지는 것일 수 있

으나, 이에 제한되지 않는다. 이때, 상기 압착 성형하는 단계에서 가해지는 열의 온도는 60 내지 90℃일 수 있으며, 가해지는 압력은 10 내지 30MPa 일 수 있다.

[0038] 종래에는 방사선 차폐 필름의 제조시 통상적으로 압출 방법을 사용하였으나, 이 경우 나노미터 사이즈의 텅스텐 입자의 고밀도 충전이 어렵다는 문제가 있었다. 이에 종래에는 방사선 차폐재를 박막의 필름 형태가 아닌 일정 두께 이상의 시트 형태로 제조하면서 유연성을 위하여 실리콘 등을 배합하였으나, 이 경우 차폐시트의 두께가 두껍고 단단한 재질로 인해 원하는 모양이나 크기로 자르기 쉽지 않았다. 또한 방사선 차폐재료의 밀도가 낮고 시트내 균일하게 분산되지 않아 일정한 차폐성능을 나타내지 않는다는 단점이 있었다. 그러나 본 개시는 텅스텐 입자를 분할 교반 공정을 사용하여 용액에 균일하게 분산시키고, 이를 압출 성형 방식으로 필름 형태로 가공함으로써 나노미터 사이즈의 텅스텐 입자를 고밀도로 충전하면서도 0.01mm 이하의 초박막의 필름으로 제조할 수 있어, 동일 두께 대비 방사선 차폐능을 20% 이상 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 인장강도도 30% 이상 향상시켰다. 또한, 본 개시에 따른 필름은 가볍고 얇을 뿐만 아니라 유연성이 우수하여 가위나 칼로 재단이 용이하므로, 방사선 차폐복과 같은 의류의 안감으로 사용시 신체적 부담이 훨씬 경감될 수 있다.

[0039] 본 개시의 일 실시예로서, 상기 방사선 차폐 필름의 x-선 차폐율은 60 내지 120kVp의 관전압 범위에서 측정시 70 내지 95%일 수 있다. 구체적으로, 상기 필름의 x-선 차폐율은 60kVp의 관전압 범위에서 측정시 80 내지 90%, 80kVp의 관전압 범위에서 측정시 75 내지 85%, 100kVp의 관전압 범위에서 측정시 70 내지 80%, 120kVp의 관전압 범위에서 측정시 65 내지 80%일 수 있다.

[0040] 일 실시예로서, 상기 방사선 차폐 필름의 인장강도는 10 내지 15MPa일 수 있다. 구체적으로, 상기 인장강도는 10 MPa 이상, 11 MPa 이상, 12 MPa 이상 또는 13 MPa일 수 있으며, 15 MPa 이하, 14 MPa 이하, 13 MPa 이하 또는 12 MPa 이하일 수 있다. 종래 방사선 차폐 필름의 경우 0.01 내지 0.025mm의 두께로 제조시 인장강도가 8 MPa 이하로 낮아 가공 후 사용상의 문제가 발생되었던 것과 달리, 본 개시에 따른 필름은 텅스텐 분말을 고함량으로 포함함에 도 인장강도가 10 MPa 이상, 보다 구체적으로는 12 MPa 이상이므로, 가공성과 사용성이 우수하다.

[0041] 본 개시의 일 실시예는 상술된 방사선 차폐 필름을 포함하는 방사선 차폐복(방사선 차폐 의류) 또는 방사선 차폐시설의 건축재료를 제공할 수 잇다. 예를 들어, 상기 방사선 차폐 필름은 방사선 차폐복, 방사선 차폐 커텐, 방호벽, 벽지, 건설 내장재 등일 수 있으며, 구체적으로 의료 분야에서 사용하기 위한 것일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0042] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예들에 의해 제한되는 것으로 해석되지 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.

[0043] [실시예 1]

[0044] 본 개시의 일 실시예에 따른 방사선 차폐 필름을 다음과 같은 방법으로 제조하였다.

[0045] 먼저, 200nm 이하로 분쇄된 텅스텐 분말(제조사: Beijing Tianlong tungsten Technology Co. Ltd., Beijing, China)을 오븐에 넣고 60℃에서 24시간 동안 건조하였다. 또한 고분자 물질로 폴리에틸렌을 DMF(N-dimethylformamide, 99.5%) 용매에 완전히 용해시킨 후, 이를 최소 12시간동안 방치하여 내부 기포를 제거하여, 캐스터 용액을 제조하였다. 상기 제조된 캐스터 용액에 분쇄된 텅스텐 분말의 일부를 첨가하고, 3000rpm의 속도로 10-15분 동안 교반기를 사용하여 교반하여 캐스터 용액 내에 텅스텐 입자를 균일하게 분산시켰다. 남은 텅스텐 분말의 일부를 동일하게 캐스터 용액내 투입 및 교반하였으며, 이와 같은 분할 교반과정을 수회 반복하였다. 텅스텐 분말을 캐스터 용액내 모두 투입하고 분산시킨 후, 가소제로 DINP(Diisononyl phthalate)를 더 첨가하여 미세기공을 제거하였다.

[0046] 상기 캐스터 용액을 필터를 통해 이물질을 제거한 후, 필름에 도포하고, 60-90℃의 열을 가하여 20MPa의 압력으로 압착 성형하여, 필름 형태로 가공하였다.

[0047] 상기 제조된 필름내 포함된 텅스텐 분말의 함량을 필름 총 중량에 대하여 92 중량%이며, 필름의 두께는 0.01mm였다.

[0048] [비교예 1]

[0049] 본 개시의 비교예로서, 10-200 μm의 평균 입자 크기로 분쇄된 텅스텐 분말(제조사: Beijing Tianlong tungsten Technology Co. Ltd., Beijing, China)을 사용하여 종래 기술에 따라 차폐시트를 제조하였다. 상기

제조된 필름내 포함된 텅스텐 분말의 함량을 필름 총 중량에 대하여 88 내지 92 중량%이며, 필름의 두께는 0.01mm였다.

[0050] [시험예 1]

[0051] 본 개시의 일 실시예에 따라 제조된 방사선 차폐 필름내 텅스텐 분말의 입자 분포를 확인하기 위해 전계방사형 주사전자현미경(FESEM) 이미지를 촬영하여 도 1에 나타내었다. 그 결과, 도 1의 (a)에 나타난 바와 같이 본 개시의 실시예 1에 따른 차폐필름은 200nm 이하의 텅스텐 분말이 필름내 고밀도로 균일하게 분산되어 있었지만, 종래 기술에 따른 비교예 1은 도 1의 (b)에 나타난 바와 같이 텅스텐 분말의 입자 크기가 마이크로 사이즈로 크며, 부분적으로 응집되어 필름내 불균일하게 분산되어 있음을 확인할 수 있다. 또한, 비교예 1은 용매 용해를 거쳐 12시간씩 방치하는 과정을 생략하였기 때문에 본 개시의 필름에 비해 입자 간 공극이 발생할 가능성이 크다.

[0052] [시험예 2]

[0053] 본 개시의 일 실시예에 따라 제조된 방사선 차폐 필름내 텅스텐 분말의 방사선 차폐성능과 인장강도를 확인하기 위하여 아래의 실험을 수행하였다.

[0054] 방사선 차폐율은 아래 수학식 1을 이용하여 수행하였다.

[0055] [수학식 1]

[0056]
$$S = (1 - \frac{T}{T_0}) \times 100 \qquad (3)$$

[0057] 여기서 S는 차폐율, T_0은 입사선량(mR), T는 투과선량(mR)이다. 구체적으로, T는 X선과 검출기 사이에 차폐필름이 있는 상태에서 측정한 노출량이고, T_0은 X선과 검출기 사이에 차폐필름 없이 측정한 노출량이다. 측정된 선량 조건에서 관전류는 200mA이고 조사 시간은 0.1초였다. X선 발생기(DK-525, Toshiba E7239X, Tokyo)와 보정된 이온챔버(Model PM-30, PR-18)를 이용하여 노출량을 10회 측정한 후 평균값을 사용하였다.

[0058] 인장강도는 KS K 0520:2015 시험법에 따라 측정하였다.

표 1

[0059] 방사선 차단율(%)

	60 kVp	80 kVp	100 kVp	120 kVp
실시예 1	82.09	78.53	73.29	70.8
비교예 1	61.01	50.53	41.02	40.66

표 2

[0060]

	인장강도(MPa)
실시예 1	12.8
비교예 1	8

[0061] 그 결과, 상기 표 1에 나타난 바와 같이 본 개시에 따른 실시예 1은 200nm 이하의 미립자의 텅스텐 분말을 포함함으로 인해 비교예 1과 동일한 두께를 가짐에도 텅스텐 분말이 92 중량%의 고함량으로 포함되고 균일하게 분산되어 있어, 비교예 1보다 방사선 차단성능이 현저히 우수한 것으로 나타났다. 또한, 표 2에 나타난 바와 같이, 동일한 두께 조건에서 기존 차폐시트인 비교예 1의 인장강도는 8MPa지만, 본 개시의 실시예 1은 텅스텐 분말을 92 중량%의 고함량으로 포함함에도 인장강도가 12.8MPa로 향상되어, 사용시 균열없이 우수한 품질을 가짐을 확인할 수 있다.

도면

도면1

