

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0042474

(43) 공개일자 2025년03월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21F 1/02 (2006.01) C08J 5/18 (2006.01)
C08K 3/08 (2006.01) C08K 5/02 (2006.01)
C08L 23/06 (2006.01) G21F 1/08 (2006.01)
G21F 1/10 (2006.01) G21F 1/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G21F 1/023 (2013.01)
C08J 5/18 (2021.05)

(21) 출원번호 10-2023-0125640

(22) 출원일자 2023년09월20일

심사청구일자 2023년09월20일

(71) 출원인

계명대학교 산학협력단

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)

(72) 발명자

김선철

대구광역시 북구 동천로24길 12

(74) 대리인

윤귀상

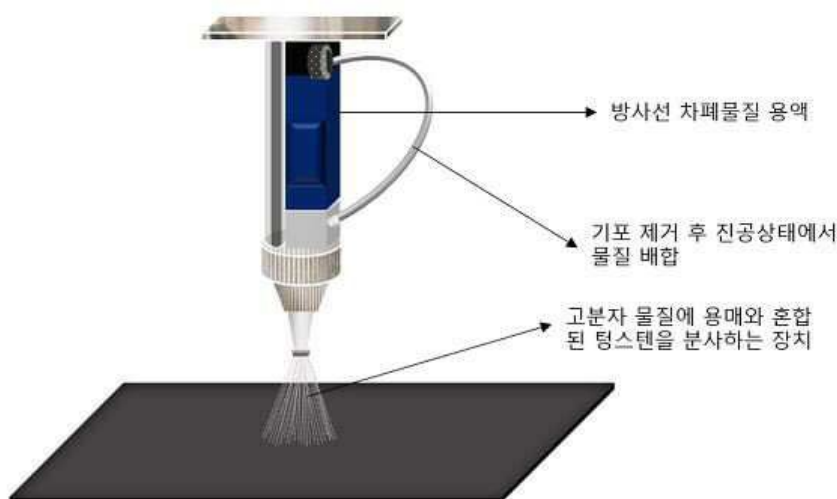
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 분사가능한 방사선 차폐 조성물 이를 사용하여 형성된 방사선 차폐 경화막, 및 이를 사용하여
형성된 방사선 차폐 시트

(57) 요약

본 개시는 분사가능한 방사선 차폐 조성물 이를 사용하여 형성된 방사선 차폐 경화막, 및 이를 사용하여 형성된 방사선 차폐 시트 에 관한 것으로, 보다 상세하게는 폴리에틸렌에 텅스텐 분말을 분산시킨 분사가능한 방사선 차폐 조성물, 이를 분사하여 형성한 방사선 차폐 경화막, 및 이를 적층하고 압착하여 형성한 방사선 차폐 시트에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 3/08 (2013.01)
C08K 5/02 (2013.01)
C08L 23/06 (2013.01)
G21F 1/08 (2013.01)
G21F 1/10 (2013.01)
G21F 1/125 (2013.01)
C08K 2003/0887 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711189854
과제번호	2020M2C8A1056950
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	방사선안전소재및의학기술개발사업
연구과제명	의료기관 내 사용 에너지별 맞춤형 방사선 차폐재 개발 및 실증
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

차폐물질, 베이스 재료, 및 휘발속도제어제를 포함하는 방사선 차폐 조성물로서, 상기 차폐물질은 전체 방사선 차폐 조성물의 중량을 기준으로 70 내지 90중량부로 포함되는 것인, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 차폐물질은 마이크로 텅스텐 입자인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 마이크로 텅스텐 입자의 평균 입자 직경은 $0.1\mu\text{m}$ 초과 $5.0\mu\text{m}$ 미만인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 베이스 재료는 폴리에틸렌을 포함하는 고분자 용액인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 폴리에틸렌의 평균 분자량은 100,000 내지 140,000인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 고분자 용액의 용매는 N-디메틸포름아미드인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 고분자 용액의 용매의 순도는 99.0% 이상인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 휘발속도제어제는 클로로포름인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 휘발속도제어제의 순도는 93.0% 이상인 것을 특징으로 하는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 방사선 차폐 조성물을 분사하고 경화시켜 형성된, 방사선 차폐 경화막.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 방사선 차폐 경화막은 1 내지 5mm의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는, 방사선 차폐 경화막.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 방사선 차폐 경화막은 컨포말코팅 방식을 사용하여 상기 분사가능한 방사선 차폐 조성물

을 분사하여 형성된 것인, 방사선 차폐 경화막.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 방사선 차폐 경화막을 적층하고 압착하여 형성된, 방사선 차폐 시트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 분사가능한 방사선 차폐 조성물 이를 사용하여 형성된 방사선 차폐 경화막, 및 이를 사용하여 형성된 방사선 차폐 시트 에 관한 것으로, 보다 상세하게는 폴리에틸렌에 텅스텐 분말을 분산시킨 분사가능한 방사선 차폐 조성물, 이를 분사하여 형성한 방사선 차폐 경화막, 및 이를 적층하고 압착하여 형성한 방사선 차폐 시트 에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 방사선은 입자 또는 파동이 매질 또는 공간을 전파하는 에너지의 흐름으로서, 자연적으로 존재하는 자연방사선과 인공적으로 생성되는 인공방사선이 있으며, 인공방사선은 의료방사선, 산업계측, 생물화학공정 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 이와 같은 방사선은 특정 제품의 경우 오작동 또는 열화를 야기할 수 있어 차폐가 요구되는 경우가 있다. 예를 들어, 정밀기계의 회로 기판이나 변압기와 같은 제품은 일정 수준 이상의 방사선 차폐가 요구되며, 다양한 방사선의 응용에 의해 방사선에 대한 노출의 가능성이 상존하는 제품의 사용의 경우, 특히 방사선에 민감하면서도 방사선 차폐 기능이 충분히 구비되지 않은 경우 방사선 차폐를 위한 개량이 요구되는 실정이다.

[0003] 이와 같은 방사선에 대한 부족한 차폐능력을 보완하기 위해, 방사선 차폐 기능이 없는 제품을 방사선 조사로부터 보호하는 각종 수단이 제안되었다. 그러나, 제품의 제조 과정에서 방사선 차폐 기능을 부여하는 경우 제품 본래의 기능성 및 응용이 제한되고 생산 단가가 상승된다는 문제점이 있고, 완성된 제품에 방사선 차폐 기능을 부여하기 위해 별도의 방사선 차폐 커버를 씌우는 경우 커버에 의한 의료 환경의 오염에 대한 우려가 있고 제품의 구동 범위가 제한되는 등의 문제점이 있는 실정이다.

[0004] 키포말코팅은 특수한 기능성을 갖는 액상의 분사제를 고압의 기체를 사용하여 좁은 노즐을 통해 분사시켜 코팅의 대상이 되는 표면에 얇은 경화막을 형성하는 방식을 일컫는 용어로, PCB 기판 등의 대전 방지 및 기체 투과도 감소를 위해 사용되는 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 이와 같은 키포말코팅에 사용되는 분사제는 좁은 노즐의 사용으로 인해 대체로 용액일 것이 강제되고 있으며, 콜로이드 내지는 액상 베이스의 혼합물과 같은 분사제는 노즐의 막힘을 야기하여 응용이 제한적인 실정이다.

[0005] 이러한 배경 하에서, 의료방사선에 대한 차폐능력을 제공하기 위해 각종 제품의 표면에 방사선 차폐 기능을 갖는 경화막을 용이하게 형성하기 위한 수단으로서, 방사선 차폐 기능을 갖는 성분을 포함하는, 예를 들어 키포말코팅 방식으로 분사가능한 방사선 차폐 조성물 및 이를 사용하여 형성된 방사선 차폐 경화막이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 개시에서 해결하고자 하는 과제는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 제공하여, 키포말코팅 방식을 사용하여 분사되었을 때에도 우수한 표면 분포도를 갖는 조성물을 제공하는 것일 수 있다.

[0007] 본 개시에서 해결하고자 하는 다른 과제는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 제공하여, 키포말코팅 방식을 사용하여 분사되었을 때 분사대상 표면에 방사선 차폐 경화막을 형성할 수 있는 조성물을 제공하는 것일 수 있다.

[0008] 본 개시에서 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 사용하여 형성된 방사선 차폐 경화막을 제공하여, 특정 제품 표면에 형성되어 각종 방사선에 대한 차폐를 제공할 수 있는 경화막을 제공하는 것일 수 있다.

[0009] 본 개시가 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 않은 본 개시가 해결하고자 하는 과제들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 보통의 지식을 가진 자(이하 "통상의 기술자")에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위하여 제공되는 본 개시에 따른 분사가능한 방사선 차폐 조성물은, 차폐물질, 베이스 재료, 및 휘발속도제어제를 포함하는 방사선 차폐 조성물로서, 상기 차폐물질은 전체 방사선 차폐 조성물의 중량을 기준으로 70 내지 90중량부로 포함되는 것일 수 있다.
- [0011] 또한, 전술한 기술적 과제를 달성하기 위하여 제공되는 본 개시에 따른 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 사용하여 형성된 경화막은, 상기 방사선 차폐 조성물을 분사하고 경화시켜 형성된 방사선 차폐 경화막일 수 있다.
- [0012] 또한, 전술한 기술적 과제를 달성하기 위하여 제공되는 본 개시에 따른 방사선 차폐 경화막을 사용하여 형성된 시트는, 상기 방사선 차폐 경화막을 적층하고 압착하여 형성된 방사선 차폐 시트일 수 있다.
- [0013] 예를 들면, 상기 방사선 차폐 경화막은 차폐물질, 베이스 재료, 및 휘발속도제어제를 포함하는 방사선 차폐 조성물을 사용하여 형성된 경화막일 수 있다.
- [0014] 예를 들면, 상기 차폐물질은 마이크로 텅스텐 입자일 수 있다.
- [0015] 예를 들면, 상기 마이크로 텅스텐 입자의 평균 입자 직경은 $0.1\mu\text{m}$ 초과 $5.0\mu\text{m}$ 미만일 수 있다.
- [0016] 예를 들면, 상기 베이스 재료는 폴리에틸렌을 포함하는 고분자 용액일 수 있다.
- [0017] 예를 들면, 상기 폴리에틸렌의 평균 분자량은 100,000 내지 140,000일 수 있다.
- [0018] 예를 들면, 상기 고분자 용액의 용매는 N-디메틸포름아미드일 수 있다.
- [0019] 예를 들면, 상기 고분자 용액의 용매의 순도는 99.0% 이상일 수 있다.
- [0020] 예를 들면, 상기 휘발속도제어제는 클로로포름일 수 있다.
- [0021] 예를 들면, 상기 휘발속도제어제의 순도는 93.0% 이상일 수 있다.
- [0022] 예를 들면, 상기 방사선 차폐 경화막은 1 내지 5mm의 두께를 갖는 경화막일 수 있다.
- [0023] 예를 들면, 상기 방사선 차폐 경화막은 컨포말코팅 방식을 사용하여 상기 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 분사하여 형성된 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 개시에 의하면, 컨포말코팅 방식을 사용하여 분사되었을 때에도 우수한 표면 분포도를 갖는 조성물이 제공될 수 있고, 컨포말코팅 방식을 사용하여 분사되었을 때 분사대상 표면에 방사선 차폐 경화막을 형성할 수 있는 조성물이 제공될 수 있으며, 특정 제품 표면에 형성되어 각종 방사선에 대한 방호 성능을 부여하는 방사선 차폐 경화막이 제공될 수 있다.
- [0025] 본 개시에 따른 우수한 및/또는 유용한 효과는 상기한 본 개시의 효과로 제한되는 것이 아니고, 통상의 기술자는 본 명세서의 개시를 바탕으로 본 명세서에 명시적으로 개시되지 않은 본 개시의 우수한 및/또는 유용한 효과를 또한 자명하게 인식할 수 있을 것이며, 이는 본 명세서가 의도적으로 개시하는 것으로서, 본 개시의 범위에 자명하게 포함됨이 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 개시에 따른 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 사용하여 방사선 차폐 경화막을 형성하는 과정의 모식도이다.
- 도 2 내지 4는 본 개시에 따른 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 사용하여 형성한 방사선 차폐 경화막의 방사선 차폐 성능을 비교 평가한 결과를 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 개시에 대하여 상세히 설명한다.
- [0028] 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어 또는 단어는 통용되는 사전적 의미로 한정하여 해석되도록 의도된 것이 아니며, 본 개시가 속하는 기술분야에서 보통의 지식을 가진 자는 상기 용어 또는 단어를 본 명세서 및 특허

청구범위가 자명하게 전달하고자 하는 관념을 표현하는 범위 내에서 본 개시가 의미하는 바를 전달하기 위한 범위의 의미로 사용된 것으로 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

- [0029] 또한, 본 명세서에 기재된 실시예 및 상기 실시예에 기재된 구성들은 통상의 기술자에게 본 개시가 이해되고 또 이를 재현할 수 있도록 하기 위해 단지 예시로 제시된 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 개시를 이에 한정 시키고자 하는 의도가 아님을 통상의 기술자는 명확하게 이해할 수 있을 것이다.
- [0030] 또한, 본 명세서에서 기술되는 각각의 구성에 관한 설명 및 구체적인 실시예는 각각의 다른 설명 및 실시예에도 자명하게 적용될 수 있다. 즉, 본 명세서에서 개시되는 다양한 구성과 구체적인 실시예의 모든 조합은 본 개시가 개시하는 범위에 속하는 것으로 통상의 기술자는 명확하게 이해할 수 있을 것이다.
- [0031] 본 명세서에서 사용되는 용어 '및/또는'은, 언급된 항목들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함하는 용어이다. 또한, 단수형 용어는 별도로 언급되지 않는 한 복수형도 포함한다.
- [0032] 본 명세서에서 사용하는 '포함한다(comprising)' 및/또는 '포함하는(comprising)'의 용어는 언급된 항목들 외의 다른 항목의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 용어이다.
- [0033] 본 명세서에서 용어 '내지'를 사용하여 나타낸 수치 범위는, 상기 용어의 앞과 뒤에 기재된 값을 각각 하한 값과 상한 값으로써 포함하는 수치의 범위를 나타낸다. 임의의 수치 범위의 상한과 하한으로서의 수치 값이 각각 복수 개로 개시된 경우, 본 명세서에서 개시하는 수치의 범위는 복수의 하한 값 중 임의의 하나의 값 및 복수의 상한 값 중 임의의 하나의 값을 각각 하한 값 및 상한 값으로 하는 임의의 수치의 범위로 이해될 수 있다.
- [0034] 본 명세서에서 사용되는 용어 '약' 또는 '대략'은, 사용되는 경우, 상기 용어의 뒤에 기재된 값 또는 수치 범위의 10% 이내의 값 또는 수치 범위를 의미한다.
- [0035] 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어 또는 단어는 통상적인 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 안 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 개시의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예에 기재된 구성은 본 개시의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고, 본 개시의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0036] 한편, 본 명세서에서 개시된 각각의 설명 및 실시형태는 각각의 다른 설명 및 실시예에도 적용될 수 있다. 즉, 본 명세서에서 개시된 다양한 요소들의 모든 조합이 본 개시의 범주에 속하고, 일 구현예에서 생략된 기재는 다른 구현예에서 기재된 바와 같은 방식으로 해석될 수 있다. 또한, 하기 기술된 구체적인 서술에 의하여 본 개시의 범주가 제한된다고 볼 수 없다.
- [0037] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 분사가능한 방사선 차폐 조성물이 제공될 수 있다.
- [0038] 일 예로, 상기 분사가능한 방사선 차폐 조성물은, 차폐물질, 베이스 재료, 및 휘발속도제어제를 포함하는 방사선 차폐 조성물로서, 상기 차폐물질은 전체 방사선 차폐 조성물의 중량을 기준으로 70 내지 90중량부로 포함되는 것일 수 있다. 상기 분사가능한 방사선 차폐 조성물은 용액일 수 있으며, 차폐물질이 용해되지 않은 혼합물 상태일 수 있다. 상기 분사가능한 방사선 차폐 조성물은 공지의 다양한 수단을 통해 분사되어 특정 표면에 분사될 수 있고, 차폐물질이 용해되지 않은 혼합물 상태의 조성물의 경우 적용가능한 분사 수단의 범위가 제한될 수 있다.
- [0039] 본 개시의 다른 일 실시예에 따르면, 방사선 차폐 경화막이 제공될 수 있다.
- [0040] 일 예로, 상기 방사선 차폐 경화막은 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 사용하여 형성된 경화막으로서, 상기 방사선 차폐 조성물을 분사하고 경화시켜 형성된 방사선 차폐 경화막일 수 있다. 상기 방사선 차폐 경화막은 방사선에 대한 차폐가 필요한 제품의 표면에 형성되는 것을 통해, 방사선이 상기 제품에 조사되더라도 경화막 아래의 제품에 방사선의 영향이 발생하지 않도록 할 수 있고, 균일하고 견고한 구조를 갖는 것을 통해 제품을 방사선으로부터 효과적으로 보호할 수 있다.
- [0041] 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따르면, 방사선 차폐 시트가 제공될 수 있다.
- [0042] 일 예로, 상기 방사선 차폐 시트는, 상기 방사선 차폐 경화막을 적층하고 압착하여 형성된 방사선 차폐 시트일 수 있다.

- [0043] 일 예로, 상기 방사선 차폐 경화막은 차폐물질, 베이스 재료, 및 휘발속도제어제를 포함하는 방사선 차폐 조성물을 사용하여 형성된 경화막일 수 있다.
- [0044] 일 예로, 상기 차폐물질은 마이크로 텅스텐 입자일 수 있다. 텅스텐은 우수한 방사선 차폐 성능을 갖는 소재로서, 낮은 반응성과 안정성을 가지는 것을 통해 특정 표면에 분사되더라도 표면과 반응을 일으키지 않아 코팅되기에 적합한 특성을 갖는다. 마이크로 텅스텐 입자는 텅스텐 성분의 미세 입자로서, 텅스텐의 낮은 반응성을 바탕으로 모재 내지는 매질과 혼합되는 경우에도 이와 반응하지 않고 유지되어 혼합물로서의 특성을 유지할 수 있다.
- [0045] 일 예로, 상기 마이크로 텅스텐 입자의 평균 입자 직경은 $0.1\mu\text{m}$ 초과 $5.0\mu\text{m}$ 미만일 수 있다. 상기 마이크로 텅스텐 입자의 평균 입자 직경이 상기 수치범위를 만족하는 경우, 공지의 각종 분사 수단을 사용하여 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물이 분사되는 경우에도, 상기 조성물에 포함된 마이크로 텅스텐 입자에 의한 분사 노즐의 막힘 현상을 방지할 수 있고, 모재 내지는 매질에 혼합된 마이크로 텅스텐 입자가 혼합물에 우수한 분산 특성을 유지하면서 분산된 상태를 유지할 수 있으며, 고압의 기체를 사용하여 분사되는 과정에서도 조성물이 분사되는 대상 표면에 고르게 배치될 수 있다. 또한, 상기 마이크로 텅스텐 입자의 평균 입자 직경이 상기 수치범위를 만족하는 경우, 조성물이 분사되는 대상 표면에 텅스텐 입자가 배치되었을 때 텅스텐 성분에 의한 방사선 차폐 효과가 충분히 부여될 수 있다.
- [0046] 일 예로, 상기 베이스 재료는 폴리에틸렌을 포함하는 고분자 용액일 수 있다. 상기 베이스 재료는 차폐물질과 혼합되어 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물이 분사수단을 통해 분사되었을 때, 차폐물질을 분사되는 대상 표면에 고르게 배치할 수 있도록 하는 캐리어의 역할을 수행할 수 있고, 상기 차폐물질과 혼합되어 상기 차폐물질이 잘 분산되도록 하여 분사수단을 통해 분사되었을 때 노즐의 막힘과 같은 장애를 효과적으로 제어할 수 있다. 또한, 상기 베이스 재료는 차폐물질과 함께 분사되었을 때, 분사되는 대상 표면에 차폐물질이 고르게 분포될 수 있도록 할 수 있고, 상기 베이스 재료가 표면에서 경화되는 경우 이에 분산된 차폐물질의 위치를 고정시켜 표면에 형성된 경화막이 특정 영역에 편중되지 않은 균일한 방사선 차폐 효과를 발휘하도록 할 수 있으며, 분사되는 대상 표면에 형성된 경화막이 상기 표면과 우수한 부착력을 갖도록 할 수 있다.
- [0047] 일 예로, 상기 폴리에틸렌의 평균 분자량은 100,000 내지 140,000일 수 있다. 상기 폴리에틸렌이 상기 수치범위의 평균 분자량을 갖는 경우, 베이스 재료로서의 폴리에틸렌이 특정 표면에 분사되었을 때, 경화막을 형성하는 속도를 제어하여 폴리에틸렌에 분산된 차폐물질이 균일한 분산도를 갖는 상태에서 그 위치를 고정시킬 수 있고, 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물의 점도를 조절하여 분사 과정에서 노즐의 막힘을 방지할 수 있으며, 일정한 수준으로 조성물이 분사되도록 하여 균일한 두께의 경화막을 형성할 수 있도록 할 수 있다.
- [0048] 일 예로, 상기 고분자 용액의 용매는 N-디메틸포름아미드일 수 있다. 상기 고분자 용액의 용매는 폴리에틸렌에 대한 높은 용해도를 가지는 것을 통해 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물이 분사되는 과정에서 노즐의 막힘 없이 고르게 분포될 수 있도록 할 수 있고, 조성물이 특정 표면에 분사된 이후에는 일정 시간 경과 후 공기 중으로 휘발되어 상기 표면에 분사된 조성물이 경화막을 형성하도록 할 수 있다.
- [0049] 일 예로, 상기 고분자 용액의 용매의 순도는 99.0% 이상일 수 있다. 상기 고분자 용액의 용매의 순도가 상기 수치범위를 만족하는 경우, 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물이 특정 표면에 분사된 이후 상기 용매가 증발 제거되어 경화막을 형성하는 과정에서 불순물을 잔류하지 않도록 하여 최종적으로 형성되는 경화막이 차폐물질의 균일한 분포도를 갖고 특정 위치에 편중되지 않은 방사선 차폐 성능을 갖도록 할 수 있다.
- [0050] 일 예로, 상기 휘발속도제어제는 클로로포름일 수 있다. 상기 휘발속도제어제는 고분자 용액에 포함된 용매가 휘발되는 속도를 제어하는 것을 통해 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물이 분사를 통해 특정 표면에 분사된 이후 경화막을 형성하기까지의 시간 간격을 조절할 수 있다.
- [0051] 일 예로, 상기 휘발속도제어제의 순도는 93.0% 이상일 수 있다. 상기 휘발속도제어제의 순도가 상기 수치범위를 만족하는 경우, 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물이 특정 표면에 분사된 이후 상기 휘발속도제어제 및 고분자 용액에 포함된 용매가 증발 제거되어 경화막을 형성하는 과정에서 불순물을 잔류하지 않도록 하여 최종적으로 형성되는 경화막이 차폐물질의 균일한 분포도를 갖고 특정 위치에 편중되지 않은 방사선 차폐 성능을 갖도록 할 수 있다.
- [0052] 일 예로, 상기 방사선 차폐 경화막은 1 내지 5mm의 두께를 갖는 경화막일 수 있다. 상기 방사선 차폐 경화막의 두께는 상기 수치범위를 만족하는 것을 통해, 제품의 사용 환경에 영향을 미치지 않으면서도 제품에 충분한 수준의 방사선 차폐 효과를 부여할 수 있다.

- [0053] 일 예로, 상기 방사선 차폐 경화막은 컨포말코팅 방식을 사용하여 상기 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 분사하여 형성된 것일 수 있다. 상기 방사선 차폐 조성물은 컨포말코팅 방식을 통해 특정 표면에 분사되는 것을 통해 조성물에 포함된 차폐물질이 상기 특정 표면에 고르게 분포되도록 할 수 있고, 컨포말코팅 방식을 사용함에 있어서 사용되는 기체 압력 및 노즐의 규격을 조절하여 형성된 경화막의 두께 및 특정 면적에 포함된 차폐물질의 양을 손쉽게 조절하도록 할 수 있다. 상기 방사선 차폐 경화막을 컨포말코팅 방식을 통해 상기 방사선 차폐 조성물을 분사함에 있어서, 상기 조성물에 포함된 차폐물질이 상기 특정 표면에 고르게 분포되도록 하기 위하여, 상기 방사선 차폐 조성물은 지속 교반되는 상태가 유지되며 그 중 일부가 분사되는 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 방사선 차폐 조성물은 분당 10회 회전하는 1단 임펠러가 구비된 용기에 유지된 상태에서 상기 용기의 하단으로부터 일정량이 분사 노즐로 제공됨에 따라 분사되는 것일 수 있다.
- [0054] 일 예로, 상기 방사선 차폐 시트는 8 내지 12mm의 두께를 갖는 경화막일 수 있다. 상기 방사선 차폐 시트의 두께는 상기 수치범위를 만족하는 것을 통해, 고분자 소재의 특성에 기반한 유연성을 가지면서도 충분한 수준의 방사선 차폐 효과를 가질 수 있어 굴곡이 요구되는 각종 분야에 적용될 수 있다.
- [0055] 이하 본 개시의 하나 이상의 예시를 실시예를 통해 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 하나 이상의 예시를 설명하기 위한 것으로, 본 개시의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] **제조준비에: 베이스 재료, 차폐물질, 및 휘발속도제어제 각 성분의 준비**
- [0057] 베이스 재료로서 펠릿 형태의 고밀도 폴리에틸렌(HDPE-S, 평균 분자량 120,000, 송원)을 준비하고 고분자 용액의 용매로서 N-디메틸포름아미드(N-dimethylformamide, 순도 99.5%, 대정)를 준비하였다. 또한 차폐물질로서 초음파 입자 분쇄 장비를 사용하여 분쇄된 마이크로 텅스텐 입자(순도 99.9%, 평균 입자 직경 4 μ m, Nangong Xindun alloys spraying Co. Ltd.)를 70℃에서 12시간 동안 건조하여 준비하였다. 또한 휘발속도제어제로서 클로로포름(Chloroform, 순도 95%, 덕산)을 준비하였다.
- [0058] **실시예 1: 본 개시에 따른 방사선 차폐 조성물**
- [0059] 고밀도 폴리에틸렌 2.05g 을 N-디메틸포름아미드 0.275g과 혼합하고 70℃에서 5000RPM으로 120분간 교반하여 고분자 용액을 준비하였다. 상기 고분자 용액에 클로로포름 2.785g을 투입하고 30분간 추가로 교반한 다음, 전체 방사선 차폐 조성물의 중량을 기준으로 80중량%가 되도록 마이크로 텅스텐 입자를 투입하고 180분간 추가로 교반하여 상기 마이크로 텅스텐 입자를 혼합물 내에 고르게 분산시켰다. 이후 탈포기를 사용하여 혼합물에 포함된 기포를 제거하였다.
- [0060] 도 1은 본 개시에 따른 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 사용하여 방사선 차폐 경화막을 형성하는 과정의 모식도이다. 도 1을 참조하여 실시예 1 조성물의 준비 과정을 설명하면, 1단 임펠러가 분당 10회의 속도로 교반을 수행하는 진공 상태의 스테인리스 스틸 소재의 원통형 용기에 투입하고 교반을 유지하였다. 이를 실시예 1 조성물로 준비하였다.
- [0061] **실시예 2 및 3: 상이한 차폐물질 함량을 갖는 조성물**
- [0062] 상기 마이크로 텅스텐 입자가 전체 방사선 차폐 조성물의 중량을 기준으로 각각 75 및 85중량%가 되도록 투입한 것을 제외하고는 상기 실시예 1에 기재된 것과 동일한 방식으로 실시예 2 및 3 조성물을 준비하였다.
- [0063] **실시예 4 내지 6: 본 개시에 따른 방사선 차폐 경화막**
- [0064] 실시예 1 내지 3 조성물을 컨포말코팅 형성용 분사 장치를 사용하여 고밀도 폴리프로필렌 소재의 100mm x 100mm 시편에 분사하였다. 도 1을 참조하여 실시예 4 내지 6 조성물의 분사 과정을 설명하면, 각 조성물을 분사하는 과정에는 조성물이 유지된 용기의 교반을 일시적으로 중단하고, 분사가 완료된 후 다시 교반을 수행하였다. 상기 분사 이후 50℃에서 2시간 동안 유지하여 경화막을 형성하였다. 형성된 경화막의 두께는 각각 3mm인 것으로 확인되었다. 각각을 실시예 4 내지 6 경화막으로 준비하였다.
- [0065] **실시예 7 내지 9: 본 개시에 따른 방사선 차폐 시트**
- [0066] 실시예 4 내지 6 경화막을 폴리프로필렌 소재의 시편으로부터 이탈시키고 이를 각각 5장씩 적층한 다음 80℃에서 70MPa의 압력을 15분간 가하여 10mm 두께의 시트를 각각 제조하였다. 각각을 실시예 7 내지 9 시트로 준비하였다.
- [0067] **실험예: 본 개시에 따른 방사선 차폐 시트의 성능평가**

[0068] 실시예 7 내지 9 시트를 사용하여 X-ray 방사선 차폐 효과를 측정하였다. 그 결과를 하기 표 1에 나타내었고, 비교를 위해 동일한 두께의 캘린더 방식을 통해 제작된 시트의 X-ray 방사선 차폐 효과를 측정한 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

표 1

[0069]

방사선 유형	유효 X-ray Energy (keV)	평균 조사량 (μR)				차폐율 (%)		
		Nothing	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 7	실시예 8	실시예 9
X-ray	22.5	198.92	40.162	29.957	14.839	79.81	84.94	92.54
	24.3	450.24	108.283	89.012	57.451	75.95	80.23	87.24
	30.2	904.56	253.186	227.497	124.739	72.01	74.85	86.21
	46.5	1524.12	450.987	408.312	235.629	70.41	73.21	84.54
	53.8	1874.25	595.824	520.854	329.118	68.21	72.21	82.44

표 2

[0070]

방사선 유형	유효 X-ray Energy (keV)	평균 조사량 (μR)				차폐율 (%)		
		Nothing	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 7	실시예 8	실시예 9
X-ray	22.5	198.92	48.198	35.527	19.872	75.77	82.14	90.01
	24.3	450.24	124.176	89.553	57.226	72.42	80.11	87.29
	30.2	904.56	286.655	218.270	139.845	68.31	75.87	84.54
	46.5	1524.12	547.007	438.337	270.684	64.11	71.24	82.24
	53.8	1874.25	648.303	558.339	370.914	65.41	70.21	80.21

[0071] 그 결과 컨포말코팅 방식으로 제조된 본 개시에 따른 시트의 경우 전체 실효에너지 영역에서 우수한 차폐율을 나타내는 것으로 확인되었고, 특히 실효에너지가 낮은 영역에서는 매우 높은 차폐율을 나타내는 것으로 확인되었다. 또한, 전체 조성물에 포함된 마이크로 텅스텐 입자의 양이 80중량%인 실시예 8 시트의 경우, 캘린더 방식을 통해 제작된 시트와 비교하였을 때에도 거의 유사한 차폐성능을 나타내는 것으로 확인되었다.

[0072] 도 2 내지 4를 참조하면, 실시예 7 내지 9 시트와 각각에 대응되는 캘린더 방식으로 제작된 시트의 방사선 차폐 성능을 비교 평가한 결과를 확인할 수 있다. 도 2 내지 4의 "W75-S," "W80-S," 및 "W85-S"는 각각 실시예 7 내지 9 시트에 대한 측정 결과이고, "W75-C," "W80-C," 및 "W85-C"는 각각 실시예 7 내지 9 시트에 대응되는 캘린더 방식으로 제조한 시트에 대한 측정 결과이다.

[0073] 도 2 내지 4를 바탕으로, 캘린더 방식으로 제조된 시트와 비교하였을 때 유사한 수준의 방사선 차폐 시트가 제공될 수 있음을 확인할 수 있고, 이는 본 개시에 따른 분사가능한 방사선 차폐 조성물을 사용하는 경우, 곡면과 같은 캘린더 방식으로 제조된 시트가 적용되기 어려운 표면에도 방사선 차폐 성능을 부여할 수 있음을 의미한다. 특히, 차폐물질의 함량이 낮을수록 본 개시에 따른 조성물을 사용한 시트가 우수한 방사선 차폐 성능을 갖는 것으로 확인되어, 저선량의 방사선에 노출되는 표면에 본 개시에 따른 조성물이 적용되는 것이 특히 유용할 수 있음이 확인되었다.

[0074] 이처럼, 본 개시에 의하면, 컨포말코팅 방식을 사용하여 분사되었을 때에도 우수한 표면 분포도를 갖는 조성물이 제공될 수 있고, 컨포말코팅 방식을 사용하여 분사되었을 때 분사대상 표면에 방사선 차폐 경화막을 형성할 수 있는 조성물이 제공될 수 있으며, 특정 제품 표면에 형성되어 각종 방사선에 대한 방호 성능을 부여하는 방사선 차폐 경화막이 제공될 수 있음을 확인할 수 있다.

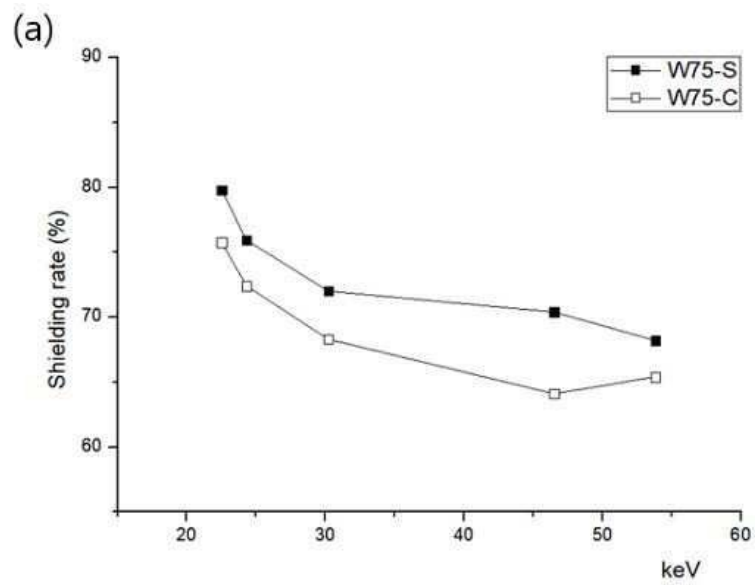
[0075] 이상으로, 본 개시의 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 통상의 기술자는 첨부된 청구항들 및 그에 동등한 것들에 의해 정의되는 바와 같은 본 실시예의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 형태 및 세부 사항들에 있어 다양한 변경이 이루어질 수 있음을 이해할 것이다.

도면

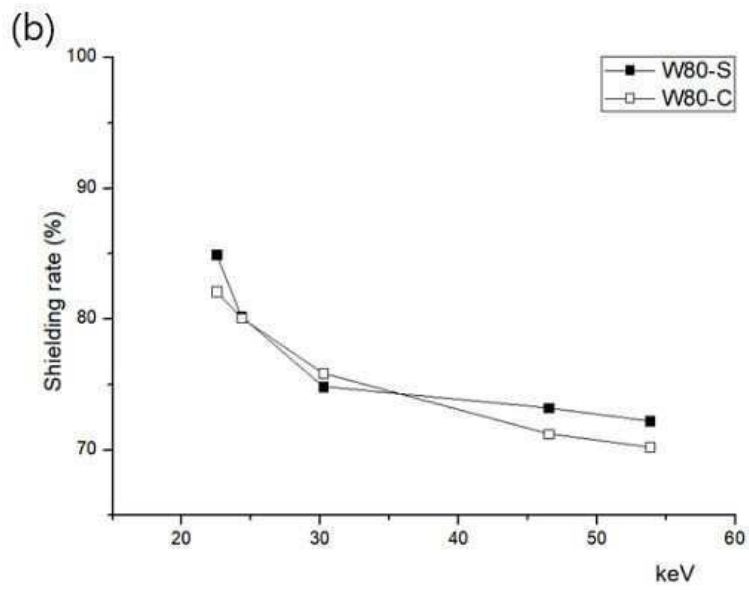
도면1



도면2



도면3



도면4

