

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0085453

(43) 공개일자 2022년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

D03D 15/50 (2021.01) D01D 5/08 (2006.01)

D01F 1/10 (2006.01) D03D 1/00 (2006.01)

G21F 3/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

D03D 15/50 (2021.01)

A61B 6/107 (2020.08)

(21) 출원번호 10-2020-0175531

(22) 출원일자 2020년12월15일

심사청구일자 2020년12월15일

(71) 출원인

계명대학교 산학협력단

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

(72) 발명자

김선철

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095(신당동)

(74) 대리인

윤귀상

전체 청구항 수 : 총 10 항

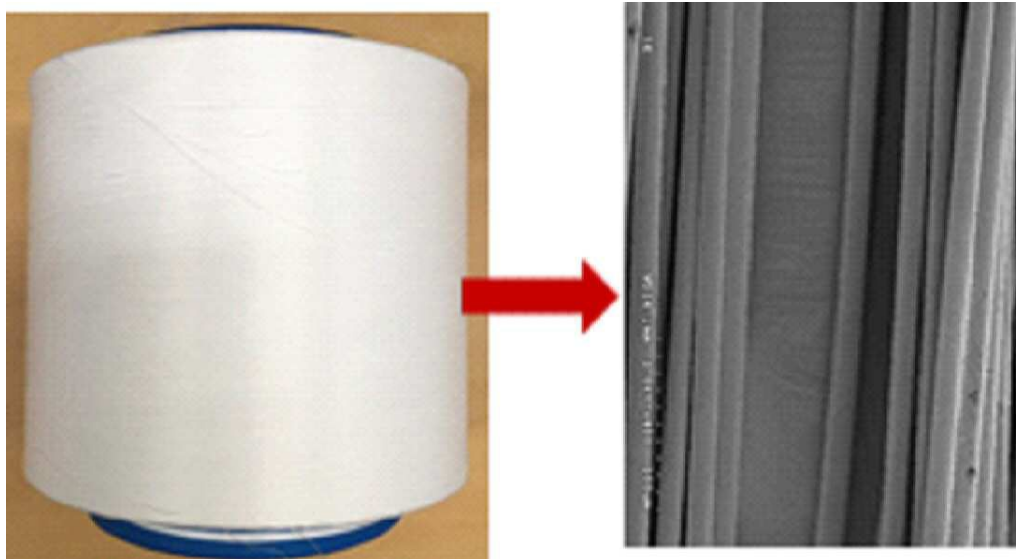
(54) 발명의 명칭 방사선 차폐 원단, 그의 제조방법 및 그를 이용한 방사선 차폐물품

(57) 요약

본 발명은 방사선 차폐 원단, 그의 제조방법 및 그를 이용한 방사선 차폐물품에 관한 것이다.

본 발명의 방사선 차폐 원단은 PET 기재수지에 황산바륨이 함유되어 용융방사된 원사로 이루어져, 원단 자체가 차폐능을 보유하여 내구성 및 차폐성능의 재현성이 확보되며, 높은 강도 및 신축성을 구현하여 의료용 환자 보호포, 방사선 차폐 의류 등에 적용 가능하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

D01D 5/08 (2013.01)
D01F 1/106 (2013.01)
D03D 1/0035 (2021.05)
G21F 1/10 (2013.01)
G21F 3/02 (2019.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711117307
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	2020.04.17 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

PET 기재수지에 황산바륨이 함유되어 용융방사된 원사로 이루어진 방사선 차폐 원단.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 황산바륨이 평균입경 10 내지 500nm의 나노분말인 것을 특징으로 하는 방사선 차폐 원단.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 원사가

- (1) 인장강도 3 내지 5 g/d 및
- (2) 인장신도 25 내지 30% 물성이 충족된 것을 특징으로 하는 방사선 차폐 원단.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 원사가 연사 처리된 것을 특징으로 하는 방사선 차폐 원단.

청구항 5

PET 기재수지에 황산바륨이 40 내지 60중량%로 함유되는 마스터 배치 제조단계;

상기 마스터 배치를 용융방사하는 원사 제조단계;

상기 원사의 연사 가공단계; 및

상기 연사로 원단을 제작하는 원단 제조단계로 이루어진 방사선 차폐 원단의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 황산바륨이 평균입경 10 내지 500nm로 분쇄된 것을 특징으로 하는 방사선 차폐 원단의 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 PET 기재수지가 고유점도(Intrinsic viscosity, I.V) 값이 0.5 내지 1인 것을 특징으로 하는 방사선 차폐 원단의 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 마스터 배치 제조단계가 마스터 배치의 수분율 5 내지 20ppm이 충족되도록 수행된 것을 특징으로 하는 방사선 차폐 원단의 제조방법.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항의 방사선 차폐 원단이 적용된 의료용 환자 보호포.

청구항 10

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항의 방사선 차폐 원단이 적용된 방사선 차폐 의류.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 방사선 차폐 원단, 그의 제조방법 및 그를 이용한 방사선 차폐물품에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 본 발명의 방사선 차폐 원단은 PET 기재수지에 황산바륨이 함유되어 용융방사된 원사로 이루어져 원단 자체가 차폐능을 보유하여 내구성 및 차폐성능의 재현성이 확보되며, 높은 강도 및 신축성을 구현하여 의료용 환자 보호포, 방사선 차폐 의류 등에 적용가능한 방사선 차폐 원단, 그의 제조방법 및 그를 이용한 방사선 차폐물품에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 일반적으로, 방사선은 에너지를 갖는 입자의 흐름이나 파동으로서 물질을 구성하고 있는 가장 기본적인 단위인 원자로부터 나온다. 원자를 구성하는 양자, 중성자, 전자가 균형을 이루지 못할 때 방사선을 낼 수 있는 능력(방사능)을 가지는데, 이러한 물질을 방사성물질이라고 하며, 방사성물질에서 나오는 일종의 에너지를 방사선이라고 한다.
- [0003] 방사선은 직접선과 산란선으로 구분된다. 직접선은 시험체에 직접적으로 조사되는 방사선이며, 산란선은 직접선이 시험체의 원자와 상호작용을 일으켜 산란에 의해 발생하는 2차적인 방사선을 일컫는다.
- [0004] 직접선에 대한 노출은 일반적으로 의료진단, 치료 목적으로서 방사선 피폭에 의한 위험보다 환자가 얻을 수 있는 이익이 더 크기 때문에 당위성이 수반되곤 한다.
- [0005] 그러나 산란선에 대한 노출은 불필요한 피폭으로 이어지는 경우가 많다. 구체적으로, 튜브 산란, 콤프턴 산란 등으로 인한 산란선은 피사체, 보다 정확하게는, 직접선에 조사되지 않은 피사체의 비 촬영부위 뿐 아니라 영상 획득을 위한 환경에 존재하는 인력에 대하여 간접적인 피폭 피해를 일으킨다.
- [0006] 또한 산란선에 대한 노출 빈도는 직접선에 비해 크다고 볼 수 있다. 이는 2차 피폭을 유발하는 산란선이 인체를 완전히 투과하지 못해 피폭이 누적되기 때문이다. 환자뿐 아니라 환자 주변에 배치되는 의사, 방사선사, 간호사 등 의료 종사자의 경우도 직업특성 상 방사선 조사 환경에 지속적으로 노출되어 산란선 누적 피폭의 우려가 매우 크다.
- [0007] 직접선은 물론이고, 산란선이 물질 속으로 투과되면 원자나 분자를 이온화하여 화학적 결합을 끊는다. 이로 인해 물질의 구조가 바뀌고, 생명체의 경우 세포가 멸하거나 유전자 정보가 변형되어, 암, 돌연변이와 같은 심각한 질병을 야기할 수 있다.
- [0008] 이에 따라, 2007년 ICRP 신권고안에서는 의료 방사선을 안전하게 사용하기 위해서 의학적 검사의 정당성 확보, 의료피폭에서 방어의 최적화, 선량 한도를 정하고 있다.
- [0009] 그러나 최근에는 의료 기술의 발달로 X선 장치, CT 등 의료영상 진단장치의 사용 빈도가 급격히 증가하면서, 자연방사선과 인공방사선의 노출 비율이 85:15이던 과거 대비 그 비율이 50:50 수준까지 증가되었다고 보고된 바 있어, 의료방사선 피폭의 위험이 커지고 있는 실정이다.
- [0010] 한편, 방사선 노출 환경을 방호하고, 비록 X선에 누설되었다 하더라도 X선 피폭을 차단하거나 경감할 수 있도록 하는 효과적인 방사선 차폐체 개발을 위한 노력이 지속되고 있다.
- [0011] 그러나 종래의 방사선 차폐체는 인체에 유해한 납을 주재료로 제작된 무거운 시트나 필름 등으로 개발되어 의복 원단으로 제작되었을 경우 현실적으로 많은 문제점이 동반되었다.
- [0012] 그 일례로, 선행기술문헌 1은 납분말이 포함된 혼합물을 가압 성형하여 제조한 방사선 차폐 시트 및 이로 만든 의복을 개시한다. 독성을 지니는 납분말의 부서짐, 떨어짐 등이 발생하지 않도록 일정 온도, 소정 시간동안 가압 숙성하는 공정단계를 개시하나, 방사선 차폐효과를 위해 95질량% 이상의 납분말을 함유하도록 함으로써 여전히 납의 본질적인 무게감 및 독성 문제를 해결하지 못한다.
- [0013] 따라서 최근에는 방사선 피폭을 방지하면서도 가볍고 인체에 무해한 방사선 차폐용 직물을 개발하려는 연구가 진행되고 있다.
- [0014] 선행기술문헌2는 실리콘 수지에 황산바륨 및 백금 촉매를 혼합한 조성물을 섬유 부재에 함침코팅 후 건조시킨 방사선 차폐재를 통해, 유독성 유기용제를 사용하지 않고 친환경적 특성을 갖는 방사선 차폐물질을 개시하고 있다. 그러나 액상 실리콘 기반의 코팅 섬유는 외형적인 옷감 형태가 어려워 가공성이 저조하며, 무게감이 있어

착용감이 떨어지는 단점이 있다.

[0015] 또한, 선행기술문헌 3에는 먼직물, 나일론, 폴리에스터 등의 섬유에 황산바륨을 도포한 후 코팅시킨 방사선 차폐섬유가 제시된 바 있다. 이처럼 원사에 차폐물질을 코팅하여 제작하는 방법은 차폐물질이 원사의 외주면에만 함유되어 외력이나 사용감에 따라 코팅이 탈리되거나 마모될 수 있으며, 시간이 경과하면 경화 현상이 일어나 코팅이 갈라지는 문제가 발생한다.

[0016] 한편, 방사선이 조사되는 의료영상장비 주위에는 저선량의 다양한 산란선이 존재한다. 종래 의료기관에서는 촬영부위가 아니지만, 방사선 감수성이 민감한 생식선, 갑상선, 안와 등 특정 신체부위를 중심으로 환자를 보호하기 위한 산란선 차폐포를 사용하고 있다. 그러나 제작공정의 여건 상 주로 고무나 폴리머 소재의 시트로 한정하여 개시되고 있다.

[0017] 이에, 본 발명자들은 종래의 문제점을 해소하고자 노력한 결과, PET 기재수지에 황산바륨이 함유되어 용융방사된 원사로 이루어진 방사선 차폐 원단을 통해, 원단 자체가 차폐능을 보유하여 내구성 및 차폐성능의 재현성을 확보하고, 높은 강도 및 신축성을 구현하여 의료 또는 항공 방사선 차폐의 가능성을 확인함으로써, 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0018] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제1192915호(2012.10.18. 등록)
(특허문헌 0002) 한국공개특허 제20110126934호(2011.11.24. 공개)
(특허문헌 0003) 한국공개특허 제19990052568호(2000.02.07. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 본 발명의 목적은 방사선 차폐 원단을 제공하는 것이다.
[0020] 본 발명의 다른 목적은 방사선 차폐 원단의 제조방법을 제공하는 것이다.
[0021] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 방사선 차폐 원단이 적용된 의료용 환자 보호포를 제공하는 것이다.
[0022] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 방사선 차폐 원단이 적용된 방사선 차폐 의류를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0023] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 PET 기재수지에 황산바륨이 함유되어 용융방사된 원사로 이루어진 방사선 차폐 원단을 제공한다.
[0024] 구체적으로, 황산바륨이 평균입경 10 내지 500nm의 나노분말인 것이다.
[0025] 또한, 원사는 (1) 인장강도 3 내지 5 g/d 및 (2) 인장신도 25 내지 30% 물성이 충족되며, 바람직하게는 연사 처리된 것이다.
[0026] 본 발명은 PET 기재수지에 황산바륨이 40 내지 60중량%로 함유되는 마스터 배치 제조단계; 마스터 배치를 용융방사하는 원사 제조단계; 상기 원사의 연사 가공단계; 및 상기 연사로 원단을 제작하는 원단 제조단계로 이루어지는 방사선 차폐 원단의 제조방법을 제공한다.
[0027] 본 발명의 제조방법에 있어서, 황산바륨이 평균입경 10 내지 500nm로 분쇄된 것이다. PET 기재수지가 고유점도(Intrinsic viscosity, I.V) 값이 0.5 내지 1인 것이다.
[0028] 또한, 마스터 배치 제조단계가 마스터 배치의 수분율 5 내지 20ppm이 충족되도록 수행된 것이다.
[0029] 나아가, 본 발명의 상기 방사선 차폐원단은 의료용 환자 보호포로 적용될 수 있다.
[0030] 또한, 본 발명의 상기 방사선 차폐원단은 방사선 차폐 의류로 적용될 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 차폐 원단은 PET 기재수지에 황산바륨이 함유되어 용융방사된 원사로 이루어져, 방사선 차폐성능을 확보함과 동시에 높은 강도 및 신축성을 구현하는 방사선 차폐 원단을 제공할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 원사는 종래 차폐물질이 외주면에 코팅 처리된 방식이 아닌, 원사 자체가 차폐능을 보유하도록 제조되어 이를 통해 내구성이 향상된 방사선 차폐 원단을 제공할 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명의 방사선 차폐 원단은 부드러운 촉감과 피부 접촉의 어려움이 없는 우수한 착용감을 제공한다. 이는 방사선 차폐 의료, 예를 들어 외과 수술 및 진료에서 의료영상 촬영 시 방출되는 산란선 등을 효과적으로 차폐할 수 있는 의료용 환자 보호포, 차폐 가운 등으로 적합하다. 뿐만 아니라, 방사선 노출 환경에서의 작업복 내의, 항공 승무원 유니폼 등으로도 유용하다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명의 방사선 차폐 원사 사진 및 확대 사진이고,
 도 2는 상기 원사가 광학 현미경을 통해 관찰된 이미지이고,
 도 3은 상기 원사의 성분 및 단면을 에너지 분산 분광분석기(EDS)를 통해 분석한 결과에 대한 이미지이고,
 도 4는 상기 원사의 (A) 측면과 (B) 단면에 대한 주사전자현미경(SEM) 이미지이고,
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 방사선 차폐 원단의 사진이고,
 도 6는 본 발명의 실시예에 따른 방사선 차폐 원단이 적용된 방사선 차폐 스카프의 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 방사선 차폐 원사 사진 및 확대 사진이다. 본 발명의 방사선 차폐 원단은 PET 기재수지에 황산바륨이 함유되어 용융방사된 원사로 이루어져 있다. 구체적으로, 상기 원사는 PET 기재수지에 황산바륨이 함침된 마스터배치로부터 원사를 용융방사시킨 것으로서, 이를 통해 원사 자체가 차폐능을 보유하여 우수한 내구성 및 차폐성능의 재현성이 확보된 방사선 차폐 원단을 구현할 수 있다.
- [0037] 도 2는 상기 원사가 광학 현미경을 통해 관찰된 이미지로, 상기 원사를 마이크로톰으로 단면 절편하여 광학 현미경으로 관찰한 것이다. 도 2에서 확인되는 바와 같이, 황산바륨이 원사 내부에 균일하게 분산되어 있다. 원사 자체가 차폐능을 보유하여 이를 통해 내구성 및 차폐성능의 재현성이 우수한 방사선 차폐 원단을 제공할 수 있다.
- [0038] 또한, 도 3은 상기 원사의 성분 및 단면을 EDS를 통해 분석한 결과에 대한 이미지로서, 상기 원사는 황산바륨의 성분원소인 Ba, S, O를 함유한다.
- [0039] 황산바륨은 백색, 무미, 무취하고, 물, 에탄올, 에테르, 클로로포름 등에 거의 녹지 않으며, 산, 알칼리에도 녹지 않는 물질이다. 또한, 위액, 장액에 용해되지 않고 소화관에서 비 흡수되어, 소화기관 촬영 시 X선 조영제로 쓰인다. 황산바륨은 이과 같이 인체 무독하고, 방사선 차폐효과가 비교적 뛰어나 방사선, 산란선 차폐의료물질로서 바람직하다.
- [0040] 본 발명에 따른 방사선 차폐의 수준은 황산바륨의 표면적 및 혼입양에 따라 결정된다. 본 발명의 황산바륨은 원사에 평균입경 10 내지 500nm의 나노분말 형태로서 함유되는 것을 특징으로 한다. 상기 황산바륨은 둘 이상의 평균 크기 분포를 가지는 입자들의 혼합물일 수 있다.
- [0041] 이와 같이, 황산바륨을 나노화함으로써, PET 기재수지에 균일한 분산 및 혼입을 유도하고, 방사선과의 충돌 확률을 높여 단위 면적당 우수한 방사선 차폐효과를 구현하도록 한다. 또한, 표면이 매끄러워 부드러운 촉감 등 착용감이 우수한 방사선 차폐 원단을 제공한다.
- [0042] 또한, 본 발명은 상기 황산바륨을 PET 기재수지에 함침시킨 마스터배치를 제조함에 있어, 상기 황산바륨을 PET 기재수지 대비 40 내지 60중량%로 함침할 수 있다.

- [0043] PET 기재수지에 황산바륨이 고농도 함유될수록 방사선과의 충돌 확률을 높여 투과하는 방사선 양이 감소한다. 그러나 황산바륨이 60중량%를 초과하는 경우, PET 기재수지에 황산바륨이 혼입될 때 분산이 저하되는 우려가 있다. 또한, 원사로 구성된다 하더라도 고함량의 무기물로 인해 원사의 인장강도가 다소 높아지며, 이는 원단의 제직성 저하로 이어질 수 있어 바람직하지 못하다.
- [0044] 양호한 차폐효과 구현을 위해서는, PET 기재수지 대비 황산바륨을 적어도 40중량% 이상 넣는 것이 바람직하다. 황산바륨이 40중량% 미만일 경우, 함침은 효과적일 수 있으나 PET 기재수지의 비율이 높아 공극이 크므로 방사선의 높은 투과력을 감안한다면 차폐 효과에 대한 부분은 미흡할 수 있어 바람직하지 못하다.
- [0045] 황산바륨이 함침되는 기재에 있어, 본 발명의 실시예는 PET수지를 택하고 있다. 폴리에틸렌테레프탈레이트(PE T)는 흡습성이 작고 영률이 크며, 원료 단가가 경제적이어서, 주로 용융 방사법에 의한 섬유로서 소비되는 보편적인 범용 수지이다.
- [0046] 그러나 본 발명은 이에 한정하지 아니하며, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 뿐 아니라 저밀도폴리에틸렌(lowdensity polyethylene, LDPE), 고밀도폴리에틸렌(highdensity polyethylene, HDPE), 폴리비닐알코올(polyvinylalcohol, PVA), 폴리올레핀 엘라스토머(poly olefin elastomer, POE) 및 폴리프로필렌(poly propylene, PP) 등의 열가소성 수지군으로부터 어느 하나를 선택할 수 있다.
- [0047] 상기 조건으로 황산바륨이 함침된 마스터배치를 본 발명의 실시예에 따라 적절한 용융조건 하에 용융방사하여, 방사선 차폐성능을 확보함과 동시에 일정한 강도 및 신도를 겸비하여 방사선 차폐 원단 제직에 적합한 원사를 형성하도록 한다.
- [0048] 도 4는 상기 원사의 (A) 측면과 (B) 단면에 대한 주사전자현미경(SEM) 이미지이다. (A) 측면의 경우, 배율 400 배 및 (B) 단면의 경우, 배율 600배로 초점을 맞춰 촬영한 것으로, 상기 원사는 외관상 보아도 끊어진 부분없이 표면이 균일하고, 안정적인 형태를 띠고 있어 원단 제직용으로 바람직하다.
- [0049] 구체적으로, 상기 원사는 (1) 인장강도 3 내지 5 g/d 및 (2) 인장신도 25 내지 30% 물성이 충족되며, 연사 처리된 것을 특징으로 한다. 상기 범위에서 제시된 원사의 강도 및 신도는 방사선 차폐 원단으로 사용하기에 바람직하나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0050] 또한, 상기 황산바륨이 40 내지 60중량%로 함침된 마스터배치에 용융방사를 수행하여 얻은 원사는, 황산바륨이 4 내지 6중량%로 포함되는 것을 특징으로 한다. 황산바륨 함량이 4중량% 미만 또는 6중량% 초과되면, 용융방사시 사질이 쉽게 발생하여 원사의 품질 및 압출 생산성이 저하되는 문제가 있다.
- [0051] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 원사는 황산바륨이 5중량%로 포함될 때, 섬도 75.1d, 인장강도 3.14g/d 및 인장신도 29.4%의 물성을 구현하며, 연사 처리된 것을 특징으로 한다.
- [0052] 상기 인장신도 수치는 양호한 차폐효과를 위해 고함량의 황산바륨을 혼입한 점에 기인한 것으로 파악되며 원사 제직성에 영향을 줄 수 있는 요소이다. 이에 본 발명은 상기 원사에 연사 가공을 수행함으로써, 신율을 최적으로 향상시킨다. 또한, 본 발명의 원사는 모노 또는 멀티 필라멘트로 이루어진 것일 수 있다. 본 실시예에 따르면, 상기 원사는 36 필라멘트로 제조된 것이나, 이에 한정하지 아니하며, 필라멘트의 단면 또한 다양한 형태로 제조될 수 있다.
- [0053] 이를 통해 제작된 원단은 방사선 차폐성능을 확보함과 동시에 높은 강도 및 신축성을 겸비하여 가공성 및 범용성이 우수한 방사선 차폐 원단으로서 유용하다. 특히, 외과 수술 및 진료에서 의료영상 촬영 시 방출되는 저선량의 산란선 등을 효과적으로 차폐할 수 있는 의료용 환자 보호포, 차폐 가운 등으로 적합하다. 방사선 노출 환경에서의 작업복 내의, 항공 승무원 유니폼 등에도 적용 가능하다.
- [0054] 이하, 본 발명의 방사선 차폐 원단의 제조방법을 설명하도록 한다. 본 발명의 방사선 차폐 원단의 제조방법은, PET 기재수지에 황산바륨이 40 내지 60중량%로 함유되는 마스터 배치 제조단계; 상기 마스터 배치를 용융방사하는 원사 제조단계; 상기 원사의 연사 가공단계; 및 상기 연사로 원단을 제작하는 원단 제조단계로 이루어진다.
- [0055] 통상적으로 해당 분야에서는 원사를 선 방사한 후, 상기 원사의 외주면에 방사선 차폐 물질을 코팅하는 방식을 통해 방사선 차폐 섬유를 제시한다. 그러나 상기 공정으로 획득된 차폐 섬유는 시간이 경과함에 따라 경화 현상이 발생하여 코팅이 갈라지는 문제에 봉착한다.
- [0056] 이에 본 발명은 원사 제작 시 PET 기재수지에 황산바륨을 함침하여 마스터 배치를 제조한 후 상기 마스터 배치를 용융방사함으로써, 안정적으로 방사선 차폐 물질이 분포되고, 원사 자체가 차폐능을 보유하여 우수한 내구성

및 차폐성능의 재현성이 확보된 방사선 차폐 원단을 구현한다. 본 발명에 따르면, 차폐 물질이 원사의 외주면에만 함유되어 외력이나 사용감에 따라 코팅이 쉽게 탈리되거나 마모되어 차폐능이 저하되는 문제점을 해결할 수 있다.

- [0057] 본 발명의 PET 기재수지에 황산바륨이 40 내지 60중량%로 함유되는 마스터 배치 제조단계에 있어, 상기 수치 범위는 황산바륨을 적정량 주입하여 용융방사 시의 입자의 응집을 방지하기 위한 것이다.
- [0058] 또한, 본 발명의 마스터 배치 제조단계에 있어, 상기 황산바륨은 평균입경 10 내지 500nm로 분쇄된 것은 특징으로 한다. 상기 황산바륨은 둘 이상의 평균 크기 분포를 가지는 입자들의 혼합물일 수 있으며, 상기 범위는 필요에 따라 변경 가능하다.
- [0059] 이와 같이, 본 발명은 황산바륨을 나노화함으로써, PET 기재수지에 균일한 분산 및 혼입을 유도하고, 방사선과의 충돌 확률을 높여 단위 면적당 우수한 방사선 차폐효과를 구현할 수 있다.
- [0060] 또한, 본 발명의 마스터 배치 제조단계에 있어, 상기 PET 기재수지가 고유점도(Intrinsic viscosity, I.V) 값이 0.5 내지 1인 것이며, 상기 PET 기재수지에 황산바륨을 함유한 후 35 내지 40시간동안 진공 건조하는 것을 특징으로 한다.
- [0061] 이는 상기 마스터 배치의 수분율이 5 내지 20ppm로 충족되도록 하기 위함으로, 일정한 점도가 유지되는 원사 제조를 위해 바람직하다.
- [0062] 20ppm이 초과되는 수분율의 경우, 점도가 낮아 용융방사 시 불균일한 원사가 형성되고 작업환경 또한 나빠지게 되며, 반대로 수분율이 5ppm 미만일 경우도 역시, 균일한 마스터 배치를 만들기 어렵다. 그러나 본 발명은 상기 수치 범위에 한정하지 아니한다.
- [0063] 또한, 본 발명의 마스터 배치 제조단계에 있어, 상기 마스터 배치는 PET 기재수지에 황산바륨이 함유된 채로 통상의 압출기, 컴파운딩기 또는 트윈 압출기 등을 이용해 압출되어 펠렛 또는 칩으로 제조되는 것일 수 있다.
- [0064] 마스터 배치를 미리 제조함으로써 상기 PET 기재수지에 황산바륨을 균일 분산시켜 혼화성을 보다 향상시킬 수 있다. 또한, 원사로 제조 시 표면이 매끄러워 압출 생산성이 증가하고, 사절이 적게 발생하며, 고온의 혼련에 의한 열화를 방지할 수 있어 바람직하다.
- [0065] 본 발명의 상기 마스터 배치를 용융방사하는 원사 제조단계는, 상기 마스터 배치를 압출기에 투입하여 용융시킨 후, 노즐을 이용하여 압출 방사된 반고화 상태의 필라멘트들을 냉각하고, 냉각된 필라멘트들을 집속시키는 것일 수 있다.
- [0066] 이때, 다양한 노즐을 통하여 모노 또는 멀티 필라멘트로 용융방사하여 원사를 제조할 수 있다. 본 실시예에 따르면, 상기 원사는 36 필라멘트로 제조된 것이나, 이에 한정하지 아니하며, 필라멘트의 단면 또한 다양한 형태로 제조될 수 있다.
- [0067] 이와 같이 제조된 본 발명의 원사는 황산바륨이 4 내지 6중량%로 포함되는 것을 특징으로 한다. 상기 범위에서 원사 제조 시 절사가 발생하지 않고 안정적으로 원사가 용융방사될 수 있어 바람직하다. 또한 상기 범위는 일정한 강도 및 신도를 보장하는 범위 하에 황산바륨이 최적으로 함유될 수 있는 범위이다. 그러나 본 발명은 이에 한정하지 아니한다.
- [0068] 본 발명의 상기 원사의 연사 가공단계는 상기 집속된 필라멘트들을 연신 처리 후 권취하는 것일 수 있다. 이때, 상기 원사를 100 내지 500TM로 연사 처리하는 것이 바람직하며, 본 실시예에서는 300TM로 연사 처리하나 이에 한정하지 아니할 것이다.
- [0069] 이와 같이 본 발명은 원단 제작 전 상기 원사에 연사 가공을 수행함으로써, 신율을 최적치로 향상시키도록 한다. 본 실시예에 따르면, 상기 원사는 황산바륨이 5중량%로 포함될 때, 섬도 75.1d, 인장강도 3.14g/d 및 인장신도 29.4%의 물성을 구현한다. 상기 인장신도 수치는 양호한 차폐효과를 위해 고함량의 황산바륨을 혼입한 점에 기인한 것으로 파악되며 원사 제직성에 영향을 줄 수 있는 요소이다. 이에 본 발명은 원단 제작 전 상기 원사에 연사 가공을 수행함으로써, 신축도를 개선하고 강도를 높이도록 한다.
- [0070] 또한, 본 발명의 원단 제조단계는, 상기 획득된 연사를 제직하여 방사선 차폐 원단을 제조하는 것일 수 있으나, 이에 한정하지 아니한다.
- [0071] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 방사선 차폐 원단의 사진이다. 본 발명의 방사선 차폐 원단은 상기 원사 자체

가 차폐능을 보유하여 우수한 내구성 및 차폐성능의 재현성을 보장하며, 일정한 강도 및 신도를 겸비하며 높은 강도 및 신축성을 구현한다.

[0072] 또한, 황산바륨이 나노분말 형태로 포함되어 부드러운 촉감과 피부 접촉의 어려움이 없는 우수한 착용감을 제공한다.

[0073] 따라서, 본 발명에 따른 방사선 차폐 원단은 의료용 환자 보호포로 적용 가능하다.

[0074] 구체적으로, 본 발명의 방사선 차폐 원단은 방사선 차폐 의료, 예를 들어 외과 수술 및 진료에서 의료영상 촬영 시 방출되는 저선량의 방사선, 산란선 등을 효과적으로 차폐할 수 있는 의료용 환자 보호포, 차폐 가운 등으로 적합하다.

[0075] 종래 의료용 방사선 차폐섬유는 주로 직접선을 차폐하는 목적으로서, 바람직한 성능 구현을 위하여 무거운 시트나 필름 형태로 제공되고 있다. 또한, 의료수술 시 환자의 방사선 비촬영부위를 보호하는 용도의 환자 보호포는 현존하는 기술 양태로는 고무나 폴리머 시트 소재로 한정되어 있으며, 가격 또한 비보험 수가로 지정되어 있다.

[0076] 본 발명의 방사선 차폐 원단에 따르면, 원사 자체가 차폐능을 보유하여 원단의 내구성이 우수하고 재사용이 가능하며, 부드러운 촉감과 경량성으로 피부 접촉에 무리가 없다. 따라서 의료용 환자 보호포로 적용 시, 생식선, 갑상선, 안와 부위 등 방사선 감수성이 큰 신체 부위들을 효과적으로 방호할 수 있다.

[0077] 또한, 본 발명에 따른 방사선 차폐 원단은 방사선 차폐 의류로 적용 가능하다. 예를 들어, 방사선 노출 환경에서의 작업복 내의, 자연방사선 차폐 의복에 적합하며, 항공 승무원의 유니폼 제작에도 이용될 수 있다.

[0078] 특히, 직업 특성상 고도 비행이 잦은 항공 승무원의 경우, 방사선의 민감도가 높으면서 가공성이 용이하고 부드러운 촉감의 섬유를 활용한 방사선 차폐 물품이 필요한 실정이다.

[0079] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 방사선 차폐 원단이 적용된 방사선 차폐 스카프의 사진이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 방사선 차폐원단을 적용하여 방사선 차폐 스카프 및 방사선 차폐 유니폼 등을 제작할 수 있다. 그러나 본 발명은 이에 한정하지 않는다.

[0081] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다.

[0082] 본 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0083] <실시예> 방사선 차폐 원단 제조

[0084] 황산바륨을 평균 입경 400nm로 분쇄하여 나노분말을 획득한 후, 1.V값이 0.8인 PET 칩에 상기 황산바륨을 50중량%로 함침 처리하였다. 이후 트윈스크류 컴파운더(Warner & Pfleiderer, Type ZSK 25)에 투입하고 용융압출하여 마스터배치 칩으로 제조하였다. 상기 마스터 배치가 수분율 20ppm 요건을 충족하도록 36시간동안 진공건조를 수행하였다. 이후, 직경 30 μ m인 단일 방사노즐이 장착된 이축압출기(HAAKE PolyLab RheoDrive 7, Thermo Scientific)에 상기 마스터 배치를 25rpm 속도로 투입하고, 압출온도 310℃, 압출압력 15bar 및 방사팩 온도 292℃, 방사팩 압력 150bar조건 하에 용융방사를 수행하였다. 방사된 원사는 냉각속도 0.43℃/sec로 냉각 처리 후, Take-off Roll 속도 3,230 rpm, Godet Roll 속도 3,230 rpm로 연신 및 권취하였다. 이에 따라 황산바륨 함량 5중량%, 섬도 75.1d, 36 멀티 필라멘트, 인장강도 3.14g/d, 인장신도 29.4%의 원사를 획득하였다. 이후 300TM으로 연사 가공을 거쳐 원단으로 제작하여 방사선 차폐 원단을 제조하였다.

[0085] <비교예 1>

[0086] 원사에 황산바륨 함량이 3중량%이 되도록 상기 마스터 배치 투입량을 조절한 것을 제외하고는, 상기 실시예와 동일하게 수행하여 텅스텐 복합사를 제조하였다. 그러나 용융방사 과정에서 쉽게 사절이 발생하여 압출 생산성이 저하되었다.

[0087] <비교예 2>

[0088] 마스터 배치를 42시간 진공건조한 것을 제외하고는, 상기 실시예와 동일하게 수행하여 텅스텐 복합사를 제조하였다.

- [0089] <비교예 3>
- [0090] 85중량%의 황산바륨을 사용한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 텅스텐 복합사를 제조하였다.
- [0091] <비교예 4>
- [0092] 평균 입경 400 μ m로 분쇄한 황산바륨을 사용한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 텅스텐 복합사를 제조하였다.
- [0093] <실험예 1> 원사의 단면 관찰
- [0094] 상기 실시예에서 제조된, 본 발명의 방사선 차폐 원단을 구성하는 원사를 마이크로톰으로 박막 절편하여 광학 현미경으로 관찰하였다. 도 2는 상기 원사의 마이크로톰을 광학 현미경을 통해 관찰한 이미지이다. 도 2에서 보이는 바와 같이, 본 실시예에 따른 원사는 방사선 차폐물질인 황산바륨이 원사 내부에 고농도로 균일 분산되어 있음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 원사 자체가 차폐 물질인 황산바륨을 보유하고 있음을 확인하였다.
- [0095] <실험예 2> 원사의 성분 및 단면 분석
- [0096] 상기 실시예에서 제조된 원사에 대하여 에너지분산형 분광분석법(EDS)를 통해 성분 및 단면분석을 수행하였다.
- [0097] 도 3은 상기 원사의 성분(좌) 및 단면(우)을 EDS를 통해 분석한 결과에 대한 이미지로서, 상기 원사는 황산바륨의 성분원소인 Ba, S, O를 함유하고 있으며, 이는 원사 단면을 포착한 이미지에서도 확인하였다.
- [0098] <실험예 3> 원단의 차폐성능 평가
- [0099] 상기 실시예에서 제조된, 본 발명의 방사선 차폐 원단의 차폐성능을 평가하였다.
- [0100] X선 발생장치(LISTEM Co, IEX-650R, Korea)를 사용하여 시험하였으며, 좁은 빔을 사용할 경우 X선관과 시료의 거리는 1500mm, 시료와 계측기의 거리는 32mm이상, 계측기와 바닥면은 700mm이상, 고정 조리개와 시료와의 거리는 200mm로 거리를 띄우도록 하여, 한국산업규격에서 제시한 X선관과 차폐물질 간 적정 거리를 일정하게 유지하도록 하였다.
- [0101] 측정방법은 우선 차폐물질이 없는 상태에서 각각의 X선 조건에 2번을 조사하여 차폐율을 구하였다. 다음으로, 같은 X선 조건으로 본 발명의 방사선 차폐 원단에 X선을 조사하여 이에 대한 차폐율을 구하였다.

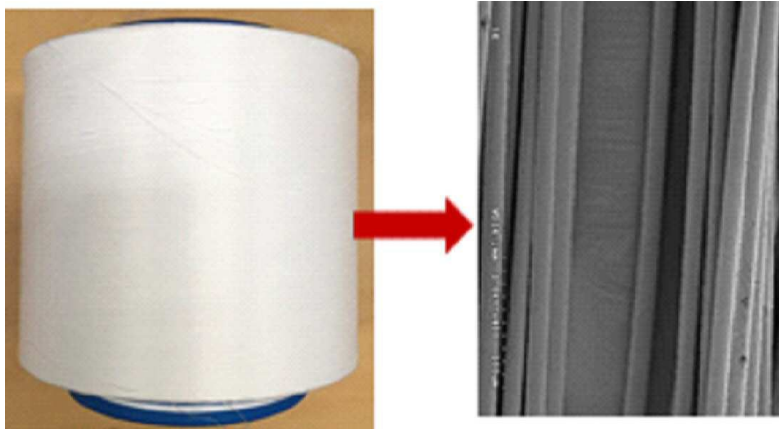
표 1

유효 X-ray 에너지(keV)	차폐율(%)	납 당량(mmPb)
27.7	72.7	0.018
29.9	57.9	
33.6	48.7	
46.7	41.2	
52.3	37.5	
59.7	33.1	

- [0103] 상기 표 1의 결과로부터, 상기 실시예 1에서 제조된 방사선 차폐 원단은 0.018 mmPb 납 당량에서 27.7keV의 X-ray 에너지 조사 시 72.7%의 차폐율을 보였으며, 59.7 keV의 X-ray 에너지 조사 조건에서도 33.1%의 차폐율을 확인하였다. 이를 통해 방사선 차폐, 특히나 저선량의 산란선, 자연방사선 등에 유효할 수 있음을 확인하였다.
- [0104] 또한, 본 발명의 방사선 차폐 원단은 납 당량이 0.018 mmPb로서, 인체에 유해한 납 성분을 극소량 함유하면서도 우수한 차폐성능을 구현하는 것을 확인할 수 있었다.
- [0105] 이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대해서만 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

도면

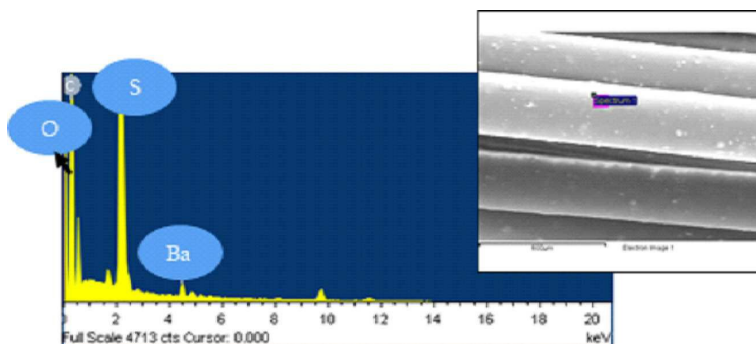
도면1



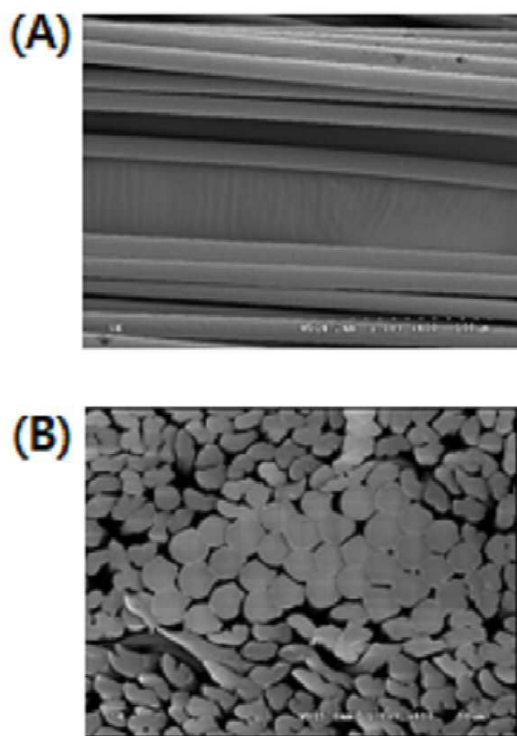
도면2



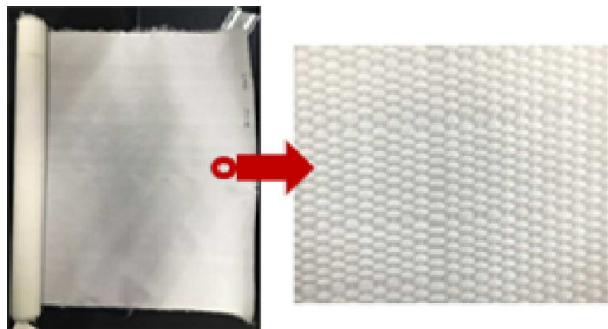
도면3



도면4



도면5



도면6

