



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월30일

(11) 등록번호 10-2449445

(24) 등록일자 2022년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

D03D 15/593 (2021.01) A41D 13/008 (2006.01)

A41D 31/08 (2019.01) A41D 31/26 (2019.01)

D01F 1/09 (2006.01) D01F 6/60 (2006.01)

D02G 3/04 (2006.01) D02G 3/44 (2006.01)

(52) CPC특허분류

D03D 15/513 (2022.08)

A41D 13/008 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-7008477

(22) 출원일자(국제) 2017년08월11일

심사청구일자 2020년08월03일

(85) 번역문제출일자 2019년03월25일

(65) 공개번호 10-2019-0041001

(43) 공개일자 2019년04월19일

(86) 국제출원번호 PCT/US2017/046576

(87) 국제공개번호 WO 2018/044530

국제공개일자 2018년03월08일

(30) 우선권주장

62/382,560 2016년09월01일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR101447517 B1*

KR1020120031480 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니

미국 19805 델라웨어주 윌밍톤 피.오. 박스 2915
센터 로드 974 체스트넛 런 플라자

(72) 발명자

주, 레이야오

미국 23120 버지니아주 모슬리 킬링 브랜치 웨이
6101

(74) 대리인

양영준

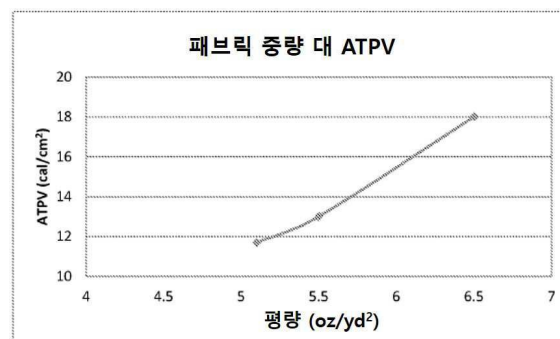
전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 이해인

(54) 발명의 명칭 모드아크릴 섬유를 포함하는 탄소-함유 아라미드 섬유 블렌드를 함유한 경량 패브릭

(57) 요약

모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 원사를 포함하는 직조 패브릭을 포함하는 아크 보호에 사용하기에 적합한 열 보호복 용품으로서, 아라미드 섬유 25 내지 100부는 균질하게 분산된 불연속 탄소 입자를 0.5 내지 20 중량% 함유하고, 아라미드 섬유 0 내지 75부는 불연속 탄소 입자가 없고, 패브릭은 6 oz/yd²(203 g/m²) 이하의 평량에서 10 cal/cm² 이상의 ATPV를 갖고, 총 0.1 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 갖는 용품.

대 표 도 - 도1

(52) CPC특허분류

A41D 31/08 (2019.02)

A41D 31/26 (2019.02)

D01F 1/09 (2013.01)

D01F 6/605 (2013.01)

D02G 3/047 (2013.01)

D02G 3/443 (2013.01)

A41D 2500/20 (2013.01)

D10B 2321/101 (2013.01)

D10B 2331/021 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 원사를 포함하는 직조 패브릭을 포함하는 아크 보호에 사용하기에 적합한 열 보호복 용품으로서,

- a) 상기 원사에 존재하는 아라미드 섬유 25 내지 100 중량부는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로, 상기 섬유에 균질하게 분산된 불연속 탄소 입자를 0.5 내지 20 중량% 함유하고,
- b) 상기 원사에 존재하는 아라미드 섬유 0 내지 75 중량부는 불연속 탄소 입자가 없고,

상기 패브릭은 $6 \text{ oz/yd}^2 (203 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량에서 10 cal/cm^2 이상의 ATPV를 갖고, 총 0.1 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 가지며,

상기 탄소 입자는 0.5 내지 10 마이크로미터의 평균 입도를 갖는 것인, 용품.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 패브릭은 총 0.5 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 갖는, 용품.

청구항 3

제1항에 있어서, a)의 아라미드 섬유는 0.5 내지 6 중량%의 불연속 탄소 입자를 포함하는, 용품.

청구항 4

제1항 또는 제3항에 있어서, $5.5 \text{ oz} (186 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량을 갖는, 용품.

청구항 5

제4항에 있어서, $5.0 \text{ oz} (170 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량을 갖는, 용품.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모드아크릴, 메타-아라미드, 및 파라-아라미드 섬유 블렌드, 및 전기 아크로부터 작업자를 보호하는 이러한 블렌드로 제조된 원사, 패브릭, 및 물품에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기 아크 등에 노출될 수 있는 산업 근무자 등은 내열성 패브릭으로 제조된 보호복 및 보호 용품을 필요로 한다. 보호 성능을 유지하면서 이러한 보호 용품의 효율성 또는 편안함을 높이는 것이 요구된다.

[0003] 탄소 입자는 섬유의 착색시 방사 안료(spun-in pigment)로서 사용되어 왔으며, 탄소의 흑색은 어두운 색조를 생성하는 데 효과적이다.

[0004] Zhu 등의 미국 특허 7,065,950호 및 7,348,059호에는 아크 및 화염 보호에 사용하기 위한, 모드아크릴, 파라-아라미드, 및 메타-아라미드 섬유를 함유하는 원사, 패브릭, 및 의복이 개시되어 있다. 이들 섬유 블렌드는 아크 보호에 매우 유용한 것으로 밝혀졌지만, 잠재적으로 생명을 구할 수 있는 아크 보호 기능의 향상이 요구된다. 특히, 보다 가벼운 평량의 패브릭으로 제조된 물품이 더 편안하고 착용자에게 더 낮은 열 응력을 제공한다는 점에서 바람직하다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 원사를 포함하는 직조 패브릭을 포함하는 아크 보호에 사용하기에 적합한 열 보호복 용품에 관한 것이며, 원사에 존재하는 아라미드 섬유 25 내지 100부는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로, 섬유에 균질하게 분산된 불연속 탄소 입자를 0.5 내지 20 중량% 함유하고, 원사에 존재하는 아라미드 섬유 0 내지 75부는 불연속 탄소 입자가 없고, 패브릭은 $6 \text{ oz/yd}^2 (203 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량에서 10 cal/cm^2 이상의 ATPV를 갖고, 총 0.1 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 청구된 스테이플 섬유의 균질 블렌드로 제조된 패브릭의 아크 성능과 평량 간의 관계를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 본 발명은 10 cal/cm^2 이상의 아크 열 성능 값(ATPV)과 $6 \text{ oz/yd}^2 (203 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량을 함께 갖는 패브릭으로 제조된 아크 보호에 사용하기에 적합한 경량 용품에 관한 것이다. 패브릭은 모드아크릴 섬유 및 아라미드 섬유를 포함하고, 아라미드 섬유에는 불연속 탄소 입자가 분산되어 있고, 패브릭은 총 0.1 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 갖는다.

[0008] 구체적으로, 본 발명은 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 원사를 포함하는 직조 패브릭을 포함하는 아크 보호에 사용하기에 적합한 열 보호복 용품에 관한 것이며,

[0009] a) 원사에 존재하는 아라미드 섬유 25 내지 100부는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로, 섬유에 균질하게 분산된 불연속 탄소 입자를 0.5 내지 20 중량% 함유하고,

[0010] b) 원사에 존재하는 아라미드 섬유 0 내지 75부는 불연속 탄소 입자가 없고,

[0011] 패브릭은 $6 \text{ oz/yd}^2 (203 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량에서 10 cal/cm^2 이상의 ATPV를 갖고, 총 0.1 내지 3 중량% 함량의 불

연속 탄소 입자를 갖는다. 일부 구현예에서, a)의 아라미드 섬유는 25 내지 50부의 양으로 존재하고, b)의 아라미드 섬유는 50 내지 75부의 양으로 존재한다.

[0012] 이 경량 용품은 작업자 및 다른 직원에 대한 아크 보호 기능을 제공하는 데 유용하다. 아크 플래시는 전기 아크로 인한 폭발적인 에너지 방출이다. 전기 아크는 일반적으로 수천 볼트 및 수천 암페어의 전류를 수반하여, 의복을 강렬한 입사열과 복사 에너지에 노출시킨다. 착용자를 보호하기 위해서는, 보호복 용품은 이러한 입사 에너지가 통과하여 착용자에게 전달되는 것을 막아야 한다. 이는 보호복 용품이 소위 "브레이크-오픈(break-open)"을 견디는 동안 입사 에너지의 일부를 흡수할 때 가장 잘 일어나는 것으로 여겨졌다. "브레이크-오픈" 중에, 이러한 용품에 구멍이 형성된다. 따라서, 아크 보호용 보호 용품 또는 의복은 의복 내 임의의 패브릭층의 브레이크-오픈을 방지하거나 최소화하도록 설계되었다.

[0013] 열적으로 안정한 내화성 섬유의 폴리머에 소량의 불연속 탄소 입자를 첨가함으로써 패브릭 및 의복의 아크 성능이 거의 2배 정도 증가될 수 있음이 밝혀졌다. 본원에 사용된 바와 같이, 내화성은 폴리머가 21보다 큰, 바람직하게는 25보다 큰 한계 산소 지수를 가짐을 의미하며, "열적으로 안정한"이란 용어는 폴리머 또는 섬유가 분당 10도의 속도로 섭씨 425도까지 가열시 그 중량의 적어도 90%를 유지함을 의미한다. 구체적으로, 균질 섬유 블렌드 또는 패브릭 기준으로, 섬유 블렌드 내 불연속 탄소 입자의 총량이 블렌드 내 섬유의 총량을 기준으로 0.1 내지 3 중량%일 경우 이러한 극적인 향상이 확인될 수 있다. 일부 바람직한 구현예에서, 섬유 블렌드 내 불연속 탄소 입자의 총량은 블렌드 내 섬유의 총량을 기준으로 0.5 내지 3 중량%이다.

[0014] 도 1은 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유(아라미드 섬유의 일부는 소량의 불연속 탄소 입자를 더 포함함)의 조합으로부터 제조된 패브릭의 아크 열 성능 값(ATPV)을 보여준다. 패브릭 중량을 기준으로, 패브릭 내 불연속 탄소 입자의 총량이 패브릭 내 섬유의 총량을 기준으로 0.1 내지 3 중량%일 경우 극적인 향상이 확인되었다. 매우 낮은 첨가량에서도 이러한 탄소 입자의 존재는 ATPV에 의해 측정되는 패브릭 아크 성능에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 최상의 성능은 패브릭 내 탄소 입자의 양이 약 0.5 중량%보다 많은 경우 발견되며, 12 cal/cm^2 이상의 바람직한 성능은 약 0.75 중량% 이상의 탄소 입자를 갖는 패브릭에 대해 발생하고, 특히 바람직한 패브릭 내 탄소 입자의 범위는 0.75 내지 2 중량%이다.

[0015] 본원에서의 목적을 위해, 용어 "섬유"는 길이에 수직인 단면 영역의 폭에 대한 길이의 비가 높은 비교적 유연하고 거시적으로 균질한 바디로서 정의된다. 섬유 단면은 폴리머 및 그 가공에 따라 임의의 형상일 수 있지만, 일반적으로 원형 또는 콩 모양이다. 또한, 이러한 섬유는 옷감 용도에서의 적절한 강도를 위해 대체로 속이 채워진 단면을 갖는 것이 바람직하다. 즉, 섬유는 공극이 그다지 많지 않거나 부적당한 공극의 양이 많지 않은 것이 바람직하다.

[0016] 본원에 사용된 용어 "스테이플 섬유"는 원하는 길이로 절단되거나 연신 파단된 섬유, 또는 연속 필라멘트에 비해 길이에 수직인 단면 영역의 폭에 대한 길이의 비가 작게 만들어진 섬유를 의미한다. 인조 스테이플 섬유는, 예컨대 면, 모직, 또는 소모 원사 방사 장비에서 가공하기에 적합한 길이로 절단되거나 만들어진다. 스테이플 섬유는 (a) 실질적으로 균일한 길이, (b) 가변 또는 임의의 길이를 가질 수 있거나, (c) 스테이플 섬유의 하위 세트가 실질적으로 균일한 길이를 갖고 다른 하위세트의 스테이플 섬유는 상이한 길이를 가지며, 하위세트의 스테이플 섬유는 서로 혼합되어 실질적으로 균일한 분포를 형성한다.

[0017] 일부 구현예에서, 적합한 스테이플 섬유는 1 내지 30 cm(0.39 내지 12 인치)의 절단 길이를 갖는다. 일부 구현예에서, 적합한 스테이플 섬유는 2.5 내지 20 cm(1 내지 8 인치)의 길이를 갖는다. 일부 바람직한 구현예에서, 짧은 스테이플 공정에 의해 제조된 스테이플 섬유는 6 cm(2.4 인치) 이하의 절단 길이를 갖는다. 일부 바람직한 구현예에서, 짧은 스테이플 공정에 의해 제조된 스테이플 섬유는 1.9 내지 5.7 cm(0.75 내지 2.25 인치)의 스테이플 섬유 길이를 가지며, 3.8 내지 5.1 cm(1.5 내지 2.0 인치)의 섬유 길이가 특히 바람직하다. 긴 스테이플, 소모, 또는 모직 시스템 방사의 경우, 최대 16.5 cm(6.5 인치)의 길이를 갖는 섬유가 바람직하다.

[0018] 스테이플 섬유는 임의의 공정에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 스테이플 섬유는 회전식 절단기 또는 길로틴형 절단기를 사용해 연속 스트레이트 섬유로부터 스트레이트(즉, 비권축(non-crimped)) 스테이플 섬유를 생성하며 절단되거나, 센티미터당 권축수가 바람직하게 8개 이하인 권축(또는 반복 굴곡) 빈도로 스테이플 섬유의 길이를 따라 톱니 형상의 권축을 갖는 권축 연속 섬유로부터 추가로 절단될 수 있다. 바람직하게, 스테이플 섬유는 권축을 갖는다.

[0019] 스테이플 섬유는 연속 섬유를 연신 파단하여 형성될 수도 있으며, 이로 인해 권축 역할을 하는 변형부를 갖는 스테이플 섬유가 생성된다. 연신 파단된 스테이플 섬유는 파단 구역 조정에 의해 조절된 평균 절단 길이를 갖는

임의의 가변 질량의 섬유를 생성하는 소정 거리의 하나 이상의 파단 구역을 갖는 연신 파단 작업 중에 연속 필라멘트의 번들 또는 토우를 파단하여 제조될 수 있다.

[0020] 방사 스테이플 원사는 당업자에게 잘 알려진 기존의 긴 스테이플 및 짧은 스테이플 링 방사 공정을 이용해 스테이플 섬유로부터 제조될 수 있다. 그러나, 원사는 에어 제트 방사, 오픈 엔드 방사, 및 스테이플 섬유를 사용 가능한 원사로 변환하는 많은 기타 유형의 방사를 이용해 방사될 수도 있기 때문에 이러한 언급이 링 방사로 한정하려는 것은 아니다. 방사 스테이플 원사는 연신 파단 토우-투-탑(tow-to-top) 스테이플 공정을 이용해 연신 파단에 의해 직접 제조될 수도 있다. 기존의 연신 파단 공정에 의해 형성된 원사의 스테이플 섬유는 일반적으로 최대 18 cm(7 인치)의 길이를 갖지만, 연신 파단에 의해 제조된 방사 스테이플 원사도, 예를 들어 PCT 특허 출원 WO 0077283호에 기재된 것과 같은 공정을 통해 약 50 cm(20 인치)까지의 최대 길이를 갖는 스테이플 섬유를 가질 수 있다. 연신 파단 공정은 섬유에 어느 정도 권축을 부여하기 때문에 연신 파단 스테이플 섬유는 일반적으로 권축을 필요로 하지 않는다.

[0021] "섬유 블렌드"는 두 가지 이상의 스테이플 섬유 유형의 임의 방식의 조합물을 의미한다. 바람직하게, 스테이플 섬유 블렌드는 "균질 블렌드"이며, 이는 블렌드 내 다양한 스테이플 섬유가 비교적 균일한 섬유 혼합물을 형성함을 의미한다. 일부 구현예에서, 스테이플 섬유 원사가 방사되기 전에 또는 방사되는 중에 스테이플 섬유 유형들이 배합되어 다양한 스테이플 섬유가 스테이플 원사 번들에 균질하게 분포된다. 일부 구현예에서, 균질 블렌드는 본질적으로 모드아크릴 스테이플 섬유, 메타-아라미드 스테이플 섬유, 및 파라-아라미드 스테이플 섬유로 이루어진다. 일부 구현예에서, 균질 블렌드는 본질적으로 모드아크릴 스테이플 섬유, 메타-아라미드 스테이플 섬유, 파라-아라미드 스테이플 섬유, 및 매우 소량의 정전기 방지 섬유로 이루어진다. 일부 바람직한 구현예에서, 균질 블렌드는 모드아크릴 스테이플 섬유, 메타-아라미드 스테이플 섬유, 파라-아라미드 스테이플 섬유, 및 정전기 방지 섬유로만 이루어진다.

[0022] 스테이플 섬유의 균질 블렌드를 비롯한 섬유 블렌드는 서로 다른 섬유의 가닥 또는 토우를 커터 배합하거나 서로 다른 섬유 더미를 배합하여 제조될 수 있고, 균질 블렌드를 형성하는 당업계에 알려진 다른 수단에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 스테이플 섬유 원사가 방사되기 전에 또는 방사되는 중에 서로 다른 스테이플 섬유 유형의 둘 이상의 슬리버가 배합되어 다양한 스테이플 섬유가 균질 블렌드로서 스테이플 원사 번들에 균질하게 분포되도록 할 수 있다.

[0023] 블렌드는 선택적으로 정전기 방지 섬유를 함유한다. 한 가지 적합한 섬유는 De Howitt의 미국 특허 4,612,150 및/또는 Hull의 미국 특허 3,803,453호에 기재된 것과 같은, 1 내지 3 중량%의 양의 용융 방사 열가소성 정전기 방지 섬유이다. 이들 섬유는 카본 블랙을 함유하고 있지만, 섬유 폴리머가 방염성과 열적 안정성의 조합을 갖지 않으므로(즉, 분당 10도의 속도로 섭씨 425도까지 가열시 그 중량의 적어도 90%를 유지하지 않으며, 21보다 큰 LOI를 함께 갖지 않음) 아크 성능에 거의 영향을 미치지 않는다. 실제로, 이러한 열가소성 정전기 방지 섬유는 분당 10도의 속도로 섭씨 425도까지 가열시 35 중량%를 초과하여 손실된다. 본원에서의 목적을 위해, 그리고 혼동을 피하기 위해, 불연속 탄소 입자의 총 함량(중량%)은 소량의 정전기 방지 섬유를 제외한 섬유 블렌드의 총 중량 기준이다.

[0024] "원사"는 연속 가닥을 형성하기 위해 서로 방사되거나 꼬인 섬유의 집합체를 의미한다. 방사 스테이플 원사는 다소 꼬인 스테이플 섬유로부터 형성될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, 원사는 일반적으로, 직조(weaving) 및 편직(knitting)과 같은 작업에 적합한 옷감 재료의 가장 단순한 가닥인 단사; 또는 합연사(ply yarn) 또는 합사(plied yarn)로서 당업계에 알려진 것을 지칭한다. 단사에 꼬임이 존재하는 경우, 이는 모두 같은 방향이다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "합연사" 및 "합사"는 상호 교환적으로 사용될 수 있고 2개 이상의 원사(서로 꼬이거나 합쳐진 단사)를 지칭한다.

[0025] 일부 구현예에서 섬유 블렌드, 패브릭, 및 물품은 바람직하게 1976 CIELAB 컬러 스케일에서 50 이상의 명도 좌표 또는 "L*" 값을 갖는다. 일부 구현예는 또한 가시광의 파장(380 내지 780 nm)에 걸쳐 20% 이상의 분광 반사율을 갖는다. 패브릭의 색은 측정 항목의 색의 다양한 특성을 나타내는 3개의 스케일 값 "L*", "a*", "b*", 및 분광 반사율을 제공하는 색도계라고도 하는 분광 광도계를 사용해 측정될 수 있다. 컬러 스케일에서, 더 낮은 "L*" 값은 일반적으로 더 어두운 색을 나타내며, 백색은 약 100 또는 100 근처의 값을 갖고 흑색은 약 0 또는 0 근처의 값을 갖는다. 착색 전의 천연 상태에서, 폴리(메타-페닐렌 이소프탈아미드) 섬유는 색도계를 사용해 측정했을 때 약 80 이상의 "L*" 값을 갖는 약간 미색인 색을 띤다. 0.5 내지 20 중량%의 불연속 탄소 입자를 더 포함하는 폴리(메타-페닐렌 이소프탈아미드) 섬유는 색도계를 사용해 측정했을 때 약 20 이하 범위의 "L*" 값을 갖는 흑색을 띤다. 일부 구현예에서, 패브릭 및 물품은 약 40 내지 90, 바람직하게는 50 내지 90 범위의 "L*" 값을 갖는다.

값을 갖는다.

- [0026] 패브릭은 모드아크릴 폴리머로 제조된 섬유와 아라미드 폴리머로 제조된 섬유의 조합을 포함하는 원사를 포함한다. 모드아크릴 폴리머는 폴리머가 바람직하게는 30 내지 70 중량%의 아크릴로니트릴 및 70 내지 30 중량%의 할로젠-함유 비닐 모노머를 포함하는 공중합체임을 의미한다. 할로젠-함유 비닐 모노머는, 예를 들어 염화비닐, 염화비닐리덴, 브롬화비닐, 브롬화비닐리덴 등으로부터 선택되는 적어도 하나의 모노머이다.
- [0027] 일부 구현예에서, 모드아크릴 공중합체는 염화비닐리덴과 결합된 아크릴로니트릴의 공중합체이다. 일부 구현예에서, 모드아크릴 공중합체는 추가로 안티몬 산화물 또는 안티몬 산화물들을 갖는다. 일부 바람직한 구현예에서, 모드아크릴 공중합체는 1.5 중량% 미만의 안티몬 산화물 또는 안티몬 산화물들을 갖거나, 공중합체는 안티몬이 전혀 없다. 안티몬 함량이 매우 낮은 폴리머 및 안티몬이 없는 폴리머는 제조 중에 공중합체에 첨가되는 모든 안티몬 화합물의 양을 제한하거나 완전히 제거함으로써 제조될 수 있다. 이러한 방식으로 변형될 수 있는 것들을 포함한 모드아크릴 폴리머의 대표적 공정은 2 중량%의 삼산화안티몬을 갖는 미국 특허 3,193,602호; 적어도 2 중량%, 바람직하게는 8 중량% 이하의 양으로 존재하는 다양한 안티몬 산화물로 제조된 미국 특허 3,748,302호; 8 내지 40 중량%의 안티몬 화합물을 갖는 미국 특허 5,208,105호 및 5,506,042호에 개시되어 있다.
- [0028] 일부 구현예에서, 모드아크릴 폴리머 내에서 적어도 26의 LOI를 갖는다. 바람직한 일 구현예에서, 모드아크릴 폴리머는 적어도 26의 LOI를 가지면서 또한 안티몬이 없다. 일부 구현예에서, 모드아크릴 섬유는 불연속 탄소 입자가 없으며, 이는 섬유가 본원에 정의된 탄소 입자를 함유하지 않음을 의미한다.
- [0029] 하나의 가능한 구현예에서, 모드아크릴 섬유는 카본 블랙이 아닌 적어도 하나의 균질하게 분산된 안료를 추가로 함유할 수 있다. 이러한 안료(들)가 존재할 경우, 균질 블렌드의 다른 스테이플 섬유 내 탄소 입자의 존재를 감추는 데 도움이 될 수 있다. 일부 구현예에서, 적어도 하나의 마스킹 안료는 모드아크릴 폴리머 조성물에 5 내지 25 중량%의 양으로 존재한다. 일부 다른 구현예에서, 적어도 하나의 마스킹 안료는 모드아크릴 폴리머 조성물에 10 내지 20 중량%의 양으로 존재한다. 특히 바람직한 하나의 안료는 이산화티타늄(TiO_2)이다.
- [0030] 일부 구현예에서, 패브릭은 15 내지 75 중량%의 모드아크릴 섬유를 함유한다. 일부 다른 구현예에서, 패브릭은 55 내지 75 중량%의 모드아크릴 섬유를 함유한다. 일부 바람직한 구현예에서 패브릭은 적어도 20 중량%의 모드아크릴 섬유를 함유한다.
- [0031] 아라미드 폴리머는 아미드(-CONH-) 결합의 적어도 85%가 두 개의 방향족 고리에 직접 결합된 폴리아미드를 의미한다. 아라미드와 함께 첨가제가 사용될 수 있으며, 실제로, 다른 폴리머 재료가 최대 10 중량%만큼 아라미드와 배합될 수 있거나, 아라미드의 디아민에 대해 다른 디아민이 10%만큼 치환되었거나 아라미드의 염화이산에 대해 다른 염화이산이 10%만큼 치환된 공중합체가 사용될 수 있음이 확인되었다. 적합한 아라미드 섬유는 문헌 [Man-Made Fibers--Science and Technology, 제2권, Fiber-Forming Aromatic Polyamides 제목의 섹션, 297 페이지, W. Black et al., Interscience Publishers, 1968]에 기재되어 있다. 아라미드 섬유는 또한 미국 특허 4,172,938호; 3,869,429호; 3,819,587호; 3,673,143호; 3,354,127호; 및 3,094,511호에 개시되어 있다.
- [0032] 파라-아라미드 폴리머는 아미드 결합이 서로에 대해 파라 위치에 있는 아라미드이다. 바람직하게, 파라-아라미드 폴리머는 일반적으로 적어도 약 25의 LOI를 갖는다. 바람직한 파라-아라미드 중 하나는 폴리(파라페닐렌 테레프탈아미드)이다.
- [0033] 메타-아라미드 폴리머는 아미드 결합이 서로에 대해 메타 위치에 있는 아라미드이다. 바람직하게, 메타-아라미드 폴리머는 일반적으로 적어도 약 25의 LOI를 갖는다. 바람직한 메타-아라미드 중 하나는 폴리(메타페닐렌 이소프탈아미드)이다.
- [0034] 일부 구현예에서, 메타-아라미드 섬유는 적어도 20%, 더 바람직하게는 적어도 25%의 최소 결정화도를 갖는다. 예시의 목적으로, 최종 섬유 형성의 용이성 때문에, (더 높은 비율이 적합하다고 여겨지더라도) 결정화도의 실제 상한은 약 50%이다. 일반적으로, 결정화도는 25 내지 40%의 범위일 것이다. 메타-아라미드 섬유의 결정화도는 두 가지 방법 중 하나에 의해 결정될 수 있다. 첫 번째 방법은 공극이 없는 섬유로 사용되는 반면, 두 번째 방법은 공극이 완전히 없지는 않은 섬유에서 사용된다. 첫 번째 방법에서 메타-아라미드의 결정화도 퍼센트는 본질적으로 공극이 없는 양호한 샘플을 사용해 결정화도에 대한 선형 보정 곡선을 먼저 생성하여 결정된다. 이러한 공극이 없는 샘플의 경우, 비체적(1/밀도)은 2상 모델을 이용해 결정화도와 직접 관련될 수 있다. 샘플의 밀도는 밀도 구배 컬럼에서 측정된다. x선 산란법에 의해 비결정질인 것으로 결정된 메타-아라미드 필름은 측정

결과 1.3356 g/cm^3 의 평균 밀도를 갖는 것으로 확인되었다. 이어서, 완전히 결정질인 메타-아라미드 샘플의 밀도는 x선 단위 격자의 크기로부터 1.4699 g/cm^3 인 것으로 결정되었다. 이들 0% 및 100% 결정화도 중점이 설정되면, 밀도가 알려진 공극이 없는 임의의 실험 샘플의 결정화도는 다음의 선형 관계식으로부터 결정될 수 있다.

[0035] (1/비결정질 밀도) - (1/실험 밀도)

[0036] 결정화도 = -----

[0037] (1/비결정질 밀도) - (1/완전 결정질 밀도)

[0038] 많은 섬유 샘플은 공극이 완전히 없지는 않으므로, 라만 분광법이 결정화도를 결정하는 바람직한 방법이다. 라만 측정은 공극 함량에 민감하지 않으므로, 1650 cm^{-1} 에서의 카보닐 연신의 상대적 강도를 사용하여 공극의 존재 여부에 상관없이 임의의 형태의 메타-아라미드의 결정화도를 결정할 수 있다. 이를 달성하기 위해, 전술한 바와 같이 밀도 측정으로부터 결정화도가 미리 측정되어 알려진 최소 공극률 샘플을 사용해, 1002 cm^{-1} 에서의 고리 연신 모드의 강도로 정규화된, 결정화도와 1650 cm^{-1} 에서의 카보닐 연신의 강도 간의 선형 관계식이 개발되었다. Nicolet 모델 910 FT-라만 분광계를 사용해 결정화도 퍼센트에 대한 다음의 경험적 관계식(밀도 보정 곡선에 의존)이 개발되었다.

[0039] $100.0 \times (I(1650 \text{ cm}^{-1}) - 0.2601)$

[0040] % 결정화도 = -----

[0041] 0.1247

[0042] 여기서, $I(1650 \text{ cm}^{-1})$ 는 그 지점에서의 메타-아라미드 샘플의 라만 강도이다. 이 강도를 사용해, 실험 샘플의 결정화도 퍼센트가 식으로부터 계산된다.

[0043] 추가적인 열 또는 화학 처리 없이, 메타-아라미드 섬유가 용액으로부터 방사되고, 켄칭되고, 유리 전이 온도 미만의 온도에서 건조되는 경우, 단지 작은 수준의 결정화도가 발생한다. 이러한 섬유는 라만 산란 기술을 이용해 섬유의 결정화도를 측정할 때 15% 미만의 결정화도를 갖는다. 결정화도가 낮은 이러한 섬유는 열 또는 화학 수단을 이용해 결정화될 수 있는 비결정질 메타-아라미드 섬유인 것으로 여겨진다. 결정화도의 수준은 폴리머의 유리 전이 온도 이상에서 열처리함으로써 증가될 수 있다. 이러한 열은 일반적으로, 원하는 양의 결정화도를 섬유에 부여하기에 충분한 시간 동안 장력 하에 섬유를 가열롤과 접촉시켜 가해진다.

[0044] m-아라미드 섬유의 결정화도 수준은 화학 처리에 의해 증가될 수도 있으며, 일부 구현예에서, 이는 패브릭으로 통합되기 전에 섬유를 착색, 염색, 또는 모의 염색하는 방법을 포함한다. 일부 방법은, 예를 들어 미국 특허 4,668,234; 4,755,335; 4,883,496; 및 5,096,459에 개시되어 있다. 아라미드 섬유의 염료 픽업을 증가시키는 것을 돕기 위해, 염료 담체로도 알려진 염료 조제가 사용될 수 있다. 유용한 염료 담체는 아릴 에테르, 벤질 알코올, 또는 아세토페논을 포함한다.

[0045] 일부 구현예에서, 패브릭은 8 내지 85 중량%의 아라미드 섬유를 함유한다. 일부 구현예에서, 패브릭은 30 내지 85 중량%의 아라미드 섬유를 함유한다. 일부 다른 구현예에서, 패브릭은 30 내지 60 중량%의 아라미드 섬유를 함유한다. 일부 바람직한 구현예에서, 패브릭은 최상의 아크 성능을 위해 40 중량% 이하의 아라미드 섬유를 함유한다. 패브릭 또는 물품은 모드아크릴 섬유 및 아라미드 섬유를 포함하는 원사를 가지며, 일부 구현예에서, 원사는 원사 내 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 양을 기준으로 8 내지 85 중량부의 아라미드 섬유를 갖는다. 일부 구현예에서, 원사는 원사 내 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 양을 기준으로 25 내지 45 중량부의 아라미드 섬유를 갖는다. 일부 구현예에서, 원사는 원사 내 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 양을 기준으로 25 내지 40 중량부의 아라미드 섬유를 갖는다.

[0046] 또한, 일부 바람직한 구현예에서, 아라미드 섬유는 폴리(파라페닐렌 테레프탈아미드) 섬유와 같은 파라-아라미드 섬유와 폴리(메타페닐렌 이소프탈아미드) 섬유와 같은 메타-아라미드 섬유의 조합이다. 두 아라미드 섬유가 모두 존재할 경우, 패브릭 내 메타-아라미드 섬유 대 파라-아라미드 섬유의 비는 바람직하게 95:5 내지 1:1의 범위이다.

[0047] 또한, 패브릭에 존재하는 아라미드 섬유 25 내지 100부는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로 0.5 내지 20 중량%의 불연속 탄소 입자를 함유한다. 탄소 입자는 그 섬유에 균질하게 분산된다. 또한, 패브릭에 존재하는 아

라미드 섬유 0 내지 75부는 불연속 탄소 입자가 없다. 일부 구현예에서, 0.5 내지 20 중량%의 불연속 탄소 입자를 함유하는 아라미드 섬유는 25 내지 50부의 양으로 존재하고, 불연속 탄소 입자가 없는 패브릭에 존재하는 아라미드 섬유는 50 내지 75부의 양으로 존재한다.

[0048] 일부 바람직한 물품 및 패브릭에서, 바람직한 섬유의 양은 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 총량을 기준으로 아라미드 섬유가 25 내지 45 중량%이고 모드아크릴 섬유가 55 내지 75 중량%이며, 25 내지 45 중량%의 아라미드 섬유는 탄소 입자를 갖는 메타-아라미드 섬유가 15 내지 25 중량%이고 탄소 입자가 없는 파라-아라미드 섬유가 10 내지 20 중량%이다.

[0049] 탄소 입자-함유 섬유의 양은 패브릭이 아라미드 섬유 내 탄소 입자의 양 및 패브릭의 전체 중량을 기준으로 총 0.1 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 갖도록 하는 양이다. 일부 구현예에서, 패브릭에 존재하는 아라미드 섬유는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로 2 내지 5 중량%의 불연속 탄소 입자를 함유한다.

[0050] "섬유에 균질하게 분산된"이란 어구는 축 방향 및 반경 방향으로 섬유에 균일하게 분포된 탄소 입자가 섬유에서 발견될 수 있음을 의미한다. 이러한 균일한 분포를 달성하는 한 가지 방법은 탄소 입자를 함유한 폴리머 용액을 습식 또는 건식 방식으로 방사하는 것이라고 여겨진다.

[0051] 바람직한 아크 성능 또는 아크 열 성능 값(ATPV)의 경우, 탄소 입자-함유 아라미드 섬유는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로 0.5 내지 20 중량%의 불연속 탄소 입자를 포함하는 것으로 확인되었다. 일부 구현예에서, 탄소 입자-함유 아라미드 섬유는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로 0.5 내지 10 중량%의 불연속 탄소 입자를 포함하고, 일부 구현예에서, 탄소 입자-함유 아라미드 섬유는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로 0.5 내지 6 중량%의 불연속 탄소 입자를 포함한다. 일부 다른 구현예에서, 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로 탄소 입자-함유 아라미드 섬유 내 5 내지 10 중량%의 불연속 탄소 입자를 갖는 것이 바람직하다. 바람직한 일 구현예에서, 탄소 입자-함유 아라미드 섬유는 0.5 내지 3.0 중량%의 불연속 탄소 입자를 포함한다.

[0052] 섬유에 존재하는 탄소 입자는 10 마이크로미터 이하, 바람직하게는 평균 0.1 내지 5 마이크로미터의 평균 입도를 가지며, 일부 구현예에서, 0.5 내지 3 마이크로미터의 평균 입도가 바람직하다. 일부 구현예에서, 0.1 내지 2 마이크로미터의 평균 입도가 바람직하며, 일부 구현예에서, 0.5 내지 1.5 마이크로미터의 평균 입도가 바람직하다. 탄소 입자는 중유 제품 및 식물유의 불완전 연소에 의해 생성되는 카본 블랙 등을 포함한다. 카본 블랙은 표면적 대 부피비가 유연(soot)보다 높지만 활성탄보다는 낮은 준결정질 탄소 형태이다. 이러한 입자는 일반적으로 방사를 통해 섬유를 형성하기 전에 방사 도프에 탄소 입자를 첨가함으로써 섬유에 혼입된다.

[0053] 본질적으로, 상업적으로 입수 가능한 임의의 카본 블랙이 아라미드 폴리머 조성물에 불연속 탄소 입자를 공급하는 데 사용될 수 있다. 이러한 입자는 일반적으로 방사를 통해 섬유를 형성하기 전에 방사 도프에 탄소 입자를 첨가함으로써 섬유에 혼입된다. 바람직한 일 실시예에서, 폴리머 용액, 바람직하게는 아라미드 폴리머 용액 중의 카본 블랙의 별도의 안정한 분산액을 먼저 만든 후, 분산액을 밀링하여 균일한 입자 분포를 얻는다. 바람직하게 이 분산액은 방사 전에 아라미드 폴리머 용액에 주입된다.

[0054] 일 구현예에서, 직조 패브릭은 본원에 기술된 스테이플 섬유의 균질 블렌드를 포함하는 방사 스테이플 원사로 제조될 수 있다. "직조" 패브릭은 보통 직조기에서 경사(warp yarn) 또는 세로 방향 원사와 위사(filling yarn) 또는 가로 방향 원사를 서로 엮어 평직, 크로우풋직, 바스켓직, 새틴직, 능직 등과 같은 임의의 패브릭 직조형을 생성함으로써 형성된 패브릭을 의미한다. 평직 및 능직이 업계에 사용되는 가장 일반적인 직조형인 것으로 여겨지고 많은 구현예에서 바람직하다.

[0055] 특히 유용한 일부 구현예에서, 직조 패브릭은 아크 저항성 방염성 의복을 제조하는 데 사용될 수 있다. 일부 구현예에서, 의복은 방사 스테이플 원사로 제조된 본질적으로 하나의 층의 보호 패브릭을 가질 수 있다. 이러한 유형의 의복은 극심한 열적 이벤트가 발생할 수 있는 화학 처리 산업 또는 산업 또는 전기 설비와 같은 상황에서 착용할 수 있는 점프 슈트, 작업복, 바지, 셔츠, 장갑, 슬리브 등을 포함한다. 바람직한 일 구현예에서, 의복은 본원에 기술된 스테이플 섬유의 균질 블렌드의 원사를 포함하는 패브릭으로부터 제조된다.

[0056] 이러한 유형의 보호 용품 또는 의복은 산업 인력, 예컨대 전기 아크 가능성이 있는 환경에서 작업할 수 있는 전기 기술자 및 공정 제어 전문가 등에 의해 사용되는 보호복, 재킷, 점프 슈트, 작업복, 후드 등을 포함한다. 바람직한 구현예에서, 보호 의복은 전기 패널 또는 변전소에서 작업이 필요한 경우 옷과 다른 보호 장비 위에 일반적으로 사용되는 7부 길이의 코트를 비롯한 코트 또는 재킷이다.

[0057] 본 발명자들은 아라미드 섬유에 탄소 입자를 첨가하면 동등한 아크 성능을 유지하면서 패브릭의 평량을 현저히 감소시킬 수 있음을 확인하였다. 구체적으로, 아라미드 섬유에 탄소 입자를 첨가하면, 단일 패브릭층으로 제조

된 보호 용품 또는 의복이, 아크 등급에 대한 두 가지 일반적인 카테고리 등급 시스템 중 하나로 측정할 때 적어도 카테고리 2 아크 등급 이상인 $2 \text{ cal/cm}^2/\text{oz}$ 초과 ATPV를 갖도록 할 수 있다. 일부 구현예에서, 의복은 $2.2 \text{ cal/cm}^2/\text{oz}$ 이상의 ATPV를 갖는다.

[0058] 종래의 많은 아크 보호 패브릭은 $6.5 \text{ oz/yd}^2 (220 \text{ g/m}^2)$ 이상이다. 본 발명자들은 내부에 분산된 불연속 탄소 입자로 제조된 아라미드 섬유 사용이 매우 낮은 탄소 입자 첨가량에서 놀라울 정도로 우수한 아크 성능을 제공함을 확인하였다. 구체적으로, 패브릭에 존재하는 단지 약 0.1 내지 3 중량%의 탄소 입자 총 질량 함량으로 놀라울 정도의 아크 성능 결과가 얻어지고 패브릭 또는 물품이 $6 \text{ oz/yd}^2 (203 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량에서 10 cal/cm^2 이상의 ATPV를 갖도록 할 수 있음을 확인하였다. 일부 구현예에서, $5.5 \text{ oz} (186 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량을 갖는 패브릭 또는 물품에 대해 놀라울 정도로 우수한 아크 성능이 확인되었다. 일부 구현예에서, $5.0 \text{ oz} (170 \text{ g/m}^2)$ 이하의 평량을 갖는 패브릭 또는 물품에 대해 놀라울 정도로 우수한 아크 성능이 확인되었다.

[0059] 미국 방화 협회(NFPA)에는 카테고리 1이 가장 낮은 성능을 갖고 카테고리 4가 가장 높은 성능을 갖는 4개의 상이한 카테고리가 있다. NFPA 70E 시스템 하에서, 카테고리 1, 2, 3, 및 4는 각각 4, 8, 25, 및 40 cal/cm^2 의 패브릭 관통 최소 임계 열유속에 해당한다. 미국 전기 안전 규정(NESC)에도 카테고리 1이 가장 낮은 성능을 갖고 카테고리 3이 가장 높은 성능을 갖는 3개의 상이한 카테고리를 가진 등급 시스템이 있다. NESC 시스템 하에서, 카테고리 1, 2, 및 3은 각각 4, 8, 및 12 cal/cm^2 의 패브릭 관통 최소 임계 열유속에 해당한다. 따라서, 카테고리 2 아크 등급을 갖는 패브릭 또는 의복은 표준 설정 방법 ASTM F1959 또는 NFPA 70E에 따라 측정할 때 8 cal/cm^2 의 열유속을 견딜 수 있다.

[0060] 시험 방법

[0061] 아크 저항성. 본 발명의 패브릭의 아크 저항성은 ASTM F-1959-99 "Standard Test Method for Determining the Arc Thermal Performance Value of Materials for Clothing"에 따라 측정된다. 바람직하게, 본 발명의 패브릭은 바람직하게 oz/yd^2 당 적어도 0.8 cal/cm^2 , 더 바람직하게는 적어도 2 cal/cm^2 의 아크 저항성(ATPV)을 갖는다.

[0062] 열중량 분석(TGA). 분당 10도의 속도로 섭씨 425도까지 가열시 중량의 적어도 90%를 유지하는 섬유는 텔라웨이주 뉴워크의 TA Instruments(Waters사의 계열사)로부터 입수 가능한 모델 2950 열중량 분석기(TGA)를 사용해 측정될 수 있다. TGA는 승온에 대한 샘플 중량 감소의 스캔을 제공한다. TA Universal Analysis 프로그램을 이용해, 임의의 기록된 온도에서 중량 감소 퍼센트가 측정될 수 있다. 프로그램 프로파일은 50°C 에서의 샘플 평형화; 분당 10°C 로 50°C 에서 1000°C 까지의 승온; 기체로서 공기의 사용(10 ml/분 으로 공급); 및 500 마이크로리터 세라믹 컵(PN 952018.910) 샘플 용기의 사용으로 이루어진다. 구체적인 시험 절차는 다음과 같다. TA Systems 2900 Controller 상의 TGA 화면을 사용해 TGA를 프로그래밍하였다. 샘플 ID를 입력하고, 분당 20도의 계획된 승온 프로그램을 선택하였다. 기기의 테어(tare) 기능을 이용해 빈 샘플 컵을 테어링하였다. 섬유 샘플을 약 $1/16"$ (0.16 cm) 길이로 절단하고, 샘플 용기를 샘플로 대략 채웠다. 샘플 중량은 10 내지 50 mg 의 범위이어야 한다. TGA에는 저울이 있으므로 정확한 중량을 미리 측정할 필요는 없다. 어떠한 샘플도 용기 외부에 있어서는 안 된다. 채워진 샘플 용기를 저울 와이어에 로딩하고 열전대가 용기의 상부 가장자리에 가깝지만 접촉하지 않도록 하였다. 노(furnace)를 용기 위로 올리고 TGA를 시작한다. 프로그램이 종료되면, TGA는 자동으로 노를 내리고, 샘플 용기를 제거하고, 냉각 모드로 들어간다. 이어서, TA Systems 2900 Universal Analysis 프로그램을 사용해 분석하여 온도 범위에 걸친 중량 감소 퍼센트에 대한 TGA 스캔을 생성한다.

[0063] 한계 산소 지수. 본 발명의 패브릭의 한계 산소 지수(LOI)는 ASTM G-125-00 "Standard Test Method for Measuring Liquid and Solid Material Fire Limits in Gaseous Oxidants"에 따라 측정된다.

[0064] 색 측정. 색 및 분광 반사율 측정에 사용된 시스템은 1976 CIELAB 컬러 스케일(Commission Internationale de l'Eclairage가 개발한 $L^*a^*b^*$ 시스템)이다. CIE " $L^*a^*b^*$ " 시스템에서, 색은 3 차원 공간 내 점으로 보인다. " L^* " 값은 명도 좌표(높은 값이 가장 밝음)이고, " a^* " 값은 적색/녹색 좌표("a*"는 적색 색조를 나타내고 "-a*"는 녹색 색조를 나타냄)이고, " b^* " 값은 황색/청색 좌표("b*"는 황색 색조를 나타내고 "-b*"는 청색 색조를 나타냄)이다. 섬유의 퍼프(puff)에서, 또는 명시된 패브릭 또는 의복 형태에서, 분광 광도계를 사용해 샘플의 색을 측정하였다. 구체적으로, 10도(10-degree) 관찰자 및 D65 광원의 산업 표준을 포함하는 Hunter Lab

UltraScan® PRO 분광 광도계를 사용하였다. 본원에 사용된 컬러 스케일은 별표 없이 표기된("L-a-b") 이전 헌터(Hunter) 컬러 스케일의 좌표와 달리, 별표가 있는 CIE("L*-a*-b*") 컬러 스케일의 좌표를 사용한다.

[0065] 탄소 입자의 중량%. 섬유 제조시 섬유 내 카본 블랙의 공칭량은 성분의 단순한 물질 수지(mass balance)에 의해 결정된다. 섬유 제조 후, 섬유에 존재하는 카본 블랙의 양은, 섬유 샘플의 중량을 측정하고, 카본 블랙 입자에 영향을 미치지 않는 적절한 용매에 폴리머를 용해시켜 섬유를 제거하고, 나머지 고형분을 세척하여 탄소가 아닌 모든 무기염을 제거하고, 나머지 고형분을 칭량하여 결정될 수 있다. 구체적인 한 가지 방법은, 시험할 섬유, 원사, 또는 패브릭 약 1 g을 칭량하는 단계, 이 샘플을 105℃의 오븐에서 60분 동안 가열하여 모든 수분을 제거하는 단계, 이후 샘플을 데시케이터에 넣어 실온까지 냉각시키는 단계, 이후 샘플을 칭량하여 0.0001 g의 정밀도로 초기 중량을 얻는 단계를 포함한다. 이어서, 교반기가 있는 250 ml 평저 플라스크에 샘플을 넣고, 적절한 용매(예를 들어, 96% 황산) 150 ml를 첨가한다. 이어서, 응축기 상단으로 연기가 빠져 나가지 않도록 하는 충분한 유량으로 작동하는 냉각수 응축기가 있는 교반/히터의 조합 위에 플라스크를 놓는다. 이어서, 원사가 용매에 완전히 용해될 때까지 교반하면서 열을 가한다. 이어서, 플라스크를 히터로부터 제거하고 실온까지 냉각시킨다. 이어서, 테어링된 0.2 미크론 PTFE 여과지가 있는 밀리포어 진공 필터 유닛을 사용해 플라스크의 내용물을 진공 여과한다. 진공을 없앤 후, 25 ml의 추가 용매로 플라스크를 씻어 내고, 이 또한 필터에 통과시킨다. 이어서, 밀리포어 유닛을 진공 플라스크로부터 제거하고, 새로운 깨끗한 유리 진공 플라스크에 재설정한다. 진공 상태에서, 여과액 상의 pH 시험지 확인에 의해 세척수가 중성인 것으로 나타날 때까지 여과지 상의 잔사를 물로 세척한다. 이어서, 잔사를 메탄올로 최종 세척한다. 잔사 샘플이 있는 여과지를 제거하여, 접시에 놓고, 105℃의 오븐에서 20분 동안 가열 건조시킨다. 이어서, 잔사 샘플이 있는 여과지를 데시케이터에 넣어 실온까지 냉각시킨 후, 잔사 샘플이 있는 여과지를 칭량하여 0.0001 g의 정밀도로 최종 중량을 얻는다. 잔사 샘플이 있는 여과지의 중량에서 여과지의 중량을 뺀다. 이어서, 이 중량을 원사 또는 섬유 또는 패브릭의 초기 중량으로 나누고 100을 곱한다. 이로써 섬유, 원사, 또는 패브릭 내 카본 블랙의 중량%가 얻어진다.

[0066] 입도. 탄소 입자의 크기는 ASTM B822-10 "Standard Test Method for Particle Size Distribution of Metal Powders and Related Compounds by Light Scattering"의 일반 규정을 이용해 측정될 수 있다.

[0067] 안료의 중량%. 섬유 제조시 카본 블랙이 아닌 섬유 내 안료의 공칭량은 성분의 단순한 물질 수지(mass balance)에 의해 결정된다. 섬유 제조 후, 섬유에 존재하는 안료의 양은 섬유 샘플의 중량을 측정하고, 샘플을 회분화(ashing)하고, 나머지 고형분을 칭량하여 중량%를 계산하는 일반적인 방법에 의해 측정될 수 있다. 섬유 샘플 내 TiO₂의 양을 측정하는 한 가지 구체적인 방법은 시험할 섬유 약 5 g을 칭량하고, 이 샘플을 105℃의 오븐에서 60분 동안 가열하여 모든 수분을 제거한 후, 샘플을 약 15분 동안 데시케이터에 넣어 실온까지 냉각시키는 것을 포함한다. 이어서, 합성 석영 도가니를 800℃로 작동하는 머플로(muffle furnace)에 15분 동안 넣은 후, 꺼내 데시케이터에서 15분 동안 냉각시킨다. 이어서, 0.0001 g의 정밀도로 도가니를 칭량한다. 건조된 원사 샘플도 0.0001 g의 정밀도로 칭량하여 초기 중량을 얻는다. 건조된 원사 샘플을 도가니에 넣은 후, 샘플이 있는 도가니를 800℃로 작동하는 머플로 안에 60분 동안 둔다. 이어서, 도가니를 꺼내 데시케이터에 넣어 15분 동안 냉각시킨 후, 최종 샘플과 도가니를 함께 0.0001 g의 정밀도로 칭량한다. 이어서, 최종 샘플과 도가니의 전체 중량에서 도가니 중량을 먼저 빼고, 이 양을 섬유 샘플의 초기 중량으로 나눈 다음 100을 곱해 TiO₂의 양을 계산한다. 이로써 TiO₂의 양이 중량%로 제공된다.

[0068] 수축률. 고온에서 섬유 수축률을 시험하기 위해, 시험할 멀티-필라멘트 원사 샘플의 두 말단을 루프의 총 내부 길이가 약 1 m 길이가 되도록 단단한 매듭으로 서로 묶는다. 이어서, 루프를 팽팽해질 때까지 인장시키고, 배가된 루프의 길이를 0.1 cm 단위까지 측정한다. 이어서, 원사 루프를 섭씨 185도에서 30분 동안 오븐 안에 걸어둔다. 이어서, 원사 루프를 냉각시키고, 다시 인장시키고, 배가된 길이를 다시 측정한다. 이어서, 루프의 직선 길이의 변화로부터 수축률 퍼센트를 계산한다.

본 발명은 다음과 같은 실시 형태를 포함한다.

실시 형태 1. 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 원사를 포함하는 직조 패브릭을 포함하는 아크 보호에 사용하기에 적합한 열 보호복 용품으로서,

- a) 상기 원사에 존재하는 아라미드 섬유 25 내지 100 중량부는 개별 섬유 내 탄소 입자의 양을 기준으로, 상기 섬유에 균질하게 분산된 불연속 탄소 입자를 0.5 내지 20 중량% 함유하고,
- b) 상기 원사에 존재하는 아라미드 섬유 0 내지 75 중량부는 불연속 탄소 입자가 없고,

상기 패브릭은 6 oz/yd^2 (203 g/m^2) 이하의 평량에서 10 cal/cm^2 이상의 ATPV를 갖고, 총 0.1 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 갖는, 용품.

실시 형태 2. 실시 형태 1에 있어서, a)의 아라미드 섬유는 25 내지 50부의 양으로 존재하고, b)의 아라미드 섬유는 50 내지 75부의 양으로 존재하는, 용품.

실시 형태 3. 실시 형태 1 또는 실시 형태 2에 있어서, 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 상기 원사는 상기 원사 내 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 양을 기준으로 8 내지 85 중량부의 아라미드 섬유를 포함하는, 용품.

실시 형태 4. 실시 형태 3에 있어서, 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 상기 원사는 상기 원사 내 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 양을 기준으로 25 내지 45 중량부의 아라미드 섬유를 포함하는, 용품.

실시 형태 5. 실시 형태 1 내지 실시 형태 4 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 원사 내 아라미드 섬유는 메타-아라미드 섬유와 파라-아라미드 섬유의 혼합물을 포함하는, 용품.

실시 형태 6. 실시 형태 5에 있어서, 메타-아라미드 섬유 대 파라-아라미드 섬유의 중량비가 95:5 내지 1:1의 범위인, 용품.

실시 형태 7. 실시 형태 5 또는 실시 형태 6에 있어서, 상기 메타-아라미드는 폴리(메타-페닐렌 이소프탈아미드)인, 용품.

실시 형태 8. 실시 형태 5 또는 실시 형태 6에 있어서, 상기 파라-아라미드는 폴리(파라-페닐렌 테레프탈아미드)인, 용품.

실시 형태 9. 실시 형태 1 내지 실시 형태 8 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 상기 원사는 상기 원사 내 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 양을 기준으로 15 내지 75 중량부의 모드아크릴 섬유를 포함하는, 용품.

실시 형태 10. 실시 형태 9에 있어서, 모드아크릴 섬유와 아라미드 섬유를 포함하는 상기 원사는 상기 원사 내 아라미드 섬유와 모드아크릴 섬유의 양을 기준으로 55 내지 75 중량부의 모드아크릴 섬유를 포함하는, 용품.

실시 형태 11. 실시 형태 1 내지 실시 형태 10 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 패브릭은 총 0.5 내지 3 중량% 함량의 불연속 탄소 입자를 갖는, 용품.

실시 형태 12. 실시 형태 1 내지 실시 형태 11 중 어느 한 실시 형태에 있어서, a)의 아라미드 섬유는 0.5 내지 6 중량%의 불연속 탄소 입자를 포함하는, 용품.

실시 형태 13. 실시 형태 1 내지 실시 형태 12 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 5.5 oz (186 g/m^2) 이하의 평량을 갖는, 용품.

실시 형태 14. 실시 형태 13에 있어서, 5.0 oz (170 g/m^2) 이하의 평량을 갖는, 용품.

[0069] 실시예

[0070] 하기 실시예들에서, 달리 지정하지 않는 한, 천연 메타-아라미드 섬유는 비정질 또는 비결정화 폴리(m-페닐렌 이소프탈아미드)(MPD-I) 섬유였고, 천연 파라-아라미드 섬유는 폴리(p-페닐렌 테레프탈아미드)(PPD-T)였고; 이들 모두는 탄소 입자가 없었다(즉, 어떠한 첨가 카본 블랙도 함유하지 않았음). 흑색 메타-아라미드 섬유는 탄소 입자 또는 카본 블랙을 더 함유한 결정화된 MPD-I 섬유였다. 흑색 파라-아라미드 섬유는 흑색처럼 보이기 위해 안료 혼합물로 제조된 PPD-T 섬유이지만, 이 PPD-T 섬유도 불연속 탄소 입자 또는 카본 블랙이 없었다. 모드아크릴 섬유는 6.8%의 안티몬을 갖는 ACN/염화폴리비닐리덴 공중합체였다.

[0071] 균질 블렌드에 대한 (패브릭 내) 탄소의 계산된 퍼센트 총량(%)은 공칭 2.1 중량%의 탄소를 갖는 탄소-함유 흑색 메타-아라미드 섬유 내 탄소 입자의 중량을 전체 섬유 블렌드의 중량으로 나누어 100을 곱한 값을 기준으로 하였다.

[0072] 대조예

[0073] 18 중량%의 천연 메타-아라미드 섬유, 18 중량%의 파라-아라미드 섬유, 및 64 중량%의 모드아크릴 섬유의 피커(picker) 블렌드 슬리버 형태의 스테이플 섬유 균질 블렌드를 제조한 후, 면사 방식(cotton system) 공정 및 에

어 제트 정방기(spinning frame)를 이용해 방사 스테이플 원사로 제조하였다. 생성된 원사는 21 텍스(28 면사 번수)의 단사였다. 이어서, 2개의 단사를 합사기(plying machine)에서 합쳐 10회/인치의 합연수(ply twist)를 갖는 2합연사를 제조하였다.

[0074] 이어서, 원사를 경면(warp-faced) 2x1 능직 구조로 셔틀 직조기에서 직조되는 패브릭의 경사 및 위사로서 사용하였다. 미가공(greige) 능직 패브릭은 cm 당 약 31개의 경사(ends) x 18개의 위사(picks) (인치당 77개의 경사 x 52개의 위사)의 구조 및 220 g/m^2 (6.5 oz/yd^2)의 평량을 가졌다. 이어서, 패브릭에 대해 아크 시험을 실시하였고, 그 결과를 표 1에 나타내었다.

[0075] 실시예 1

[0076] 18 중량%의 탄소-함유 흑색 메타-아라미드 섬유, 18 중량%의 탄소를 함유하지 않는 흑색 파라-아라미드 섬유, 및 64 중량%의 모드아크릴 섬유의 피커 블렌드 슬리버 형태의 스테이플 섬유 균질 블렌드를 제조한 후, 면사 방직 공정 및 에어 제트 정방기를 이용해 방사 스테이플 원사로 제조하였다. 생성된 원사는 21 텍스(28 면사 번수)의 단사였다. 이어서, 2개의 단사를 합사기에서 합쳐 10회/인치의 합연수를 갖는 2합연사를 제조하였다.

[0077] 이어서, 경면 2x1 능직 구조로 셔틀 직조기에서 직조되는 패브릭의 경사 및 위사에서와 같이 원사를 사용하였다. 미가공 능직 패브릭은 cm 당 약 31개의 경사(ends) x 18개의 위사(picks) (인치당 77개의 경사 x 52개의 위사)의 구조 및 220 g/m^2 (6.5 oz/yd^2)의 평량을 가졌다. 패브릭에 대해 아크 시험을 실시하였고, 그 결과를 표 1에 나타내었다. 패브릭의 아크 성능은 블렌드에 단지 0.38 중량%의 탄소 입자를 첨가하여 거의 90% 증가했다.

[0078] 실시예 2

[0079] 실시예 1을 반복하여 패브릭을 제조했지만, 18 중량%의 탄소를 함유하지 않는 흑색 파라-아라미드 섬유를 18 중량%의 천연 파라-아라미드 섬유로 대체하였다. 패브릭에 대해 아크 시험을 실시하였고, 그 결과를 표 1에 나타내었다. 이 샘플의 탄소 입자 중량% 및 아크 성능은 실시예 1과 동일하였고, 이는 탄소를 함유하지 않는 흑색 파라-아라미드 섬유가 아크 성능에 영향을 미치지 않았음을 확인시켜 준다.

[0080] 실시예 3

[0081] 실시예 1을 반복하여 패브릭을 제조했지만, 사용된 스테이플 섬유의 균질 블렌드는 38 중량%의 탄소-함유 흑색 메타-아라미드 섬유, 18 중량%의 탄소를 함유하지 않는 흑색 파라-아라미드 섬유, 및 44 중량%의 모드아크릴 섬유였다. 패브릭에 대해 아크 시험을 실시하였고, 그 결과를 표 1에 나타내었다. 볼 수 있듯이, 매우 소량의 탄소 입자를 갖는 MPD-I 섬유는 모드아크릴 섬유와 조합될 때 아크 성능에 상당한 긍정적 효과를 갖는다. 또한, 실시예 1과 2의 아크 성능 비교는 블렌드 내 모드아크릴 섬유가 많을수록 아크 성능이 높아짐을 보여준다.

표 1

실시예	흑색 MPD-I %	천연 MPD-I %	모드아크릴 %	흑색 PPD-T %	천연 PPD-T %	블렌드 내 탄소 %	평량, oz/yd ² (g/m ²)	ATPV (cal/cm ²)
대조		18	64		18	0	6.5 (220)	9.5
1	18		64	18		0.38	6.5 (220)	18
2	18		64		18	0.38	6.5 (220)	18
3	38		44	18		0.8	6.5 (220)	15.5

[0082]

[0083] 실시예 4

[0084] 실시예 1을 반복하여 패브릭 직조용 동일 조성을 갖는 원사를 제조하였지만, 면사 변수가 34인 더 가는 단사를 제조하였다. 이는 186 g/m² (5.5 oz/yd²)의 평량을 갖는 더 낮은 평량의 미가공 패브릭을 생성하였다. 패브릭에 대해 아크 시험을 실시하였고, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

[0085] 실시예 5

[0086] 실시예 4를 반복하였지만, 면사 변수가 36인 훨씬 더 가는 단사를 제조하였고, 이는 173 g/m² (5.1 oz/yd²)의 평량을 갖는 훨씬 더 낮은 평량의 미가공 패브릭을 생성하였다. 패브릭에 대해 아크 시험을 실시하였고, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2

실시예	원사 크기, cc	평량, oz (g/m ²)	ATPV, cal/cm ²
대조	28.2	6.5 (220)	9.5
1	28/2	6.5 (220)	18
4	34/2	5.5 (186)	13
5	36/2	5.1 (173)	11.7

[0087]

[0088] 표 2는 메타-아라미드 섬유에 탄소 입자를 첨가하면 아크 성능을 유지 또는 개선하면서 대조 패브릭의 평량을 현저히 감소시킬 수 있음을 보여준다. 도 1은 모두 동일한 섬유 조성을 갖는 실시예 1, 4, 및 5의 패브릭의 성능을 보여준다.

도면

도면1

