

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0059265 (43) 공개일자 2014년05월15일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>D02G 3/44</i> (2006.01) <i>D03D 15/12</i> (2006.01) <i>D01F 6/40</i> (2006.01) <i>D01F 6/60</i> (2006.01)		(71) 출원인 이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니 미합중국 데라웨어주 (우편번호 19898) 월밍톤시 마아캣트 스트리트 1007
(21) 출원번호 10-2014-7008319		(72) 발명자 주, 레이야오 미국 23120 버지니아주 모슬리 릴팅 브랜치 웨이 6101
(22) 출원일자(국제) 2012년06월18일 심사청구일자 없음		(74) 대리인 김영, 양영준, 양영환
(85) 번역문제출일자 2014년03월28일		
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/042878		
(87) 국제공개번호 WO 2013/032562 국제공개일자 2013년03월07일		
(30) 우선권주장 13/224,857 2011년09월02일 미국(US)		

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **우월한 아크 보호를 갖는 고수분율 안, 천, 및 의복**

(57) 요약

본 발명은, 아크 및 화염 보호에 사용하기 위한 고수분율을 갖는 안, 및 안을 함유하는 천 및 의복에 관한 것이다. 안은, 하기 성분의 총 중량을 기준으로, 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유, 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유, 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유를 포함하는 섬유의 블렌드를 갖는다. 원하는 경우, 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 존재하는 한, 안 내의 1 내지 3 중량%의 파라-아라미드 섬유는 정전기 방지 섬유로 대체될 수 있다.

특허청구의 범위

청구항 1

하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로

(a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유;

(b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유;

(c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유; 및

(d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된, 아크(arc) 및 화염(flame) 보호에 사용하기 위한 얇(yarn).

청구항 2

제1항에 있어서, 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 유지된다면, 1 내지 3 중량%의 파라-아라미드 섬유가 탄소 또는 금속을 포함하는 정전기 방지 섬유로 대체되는 얇.

청구항 3

제1항에 있어서, 메타-아라미드 섬유의 결정도가 20 내지 50%의 범위인 얇.

청구항 4

제1항에 있어서, 수분율(moisture regain)이 3% 이상인 얇.

청구항 5

하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로

(a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유;

(b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유;

(c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유; 및

(d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된 얇을 포함하며;

평량이 135 내지 407 그램/제곱미터(4 내지 12 온스/제곱야드)의 범위인, 아크 및 화염 보호에 사용하기에 적합한 천(fabric).

청구항 6

제4항에 있어서, 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 유지된다면, 1 내지 3 중량%의 파라-아라미드 섬유가 탄소 또는 금속을 포함하는 정전기 방지 섬유로 대체되는 천.

청구항 7

제5항에 있어서, 수분율이 3% 이상인 천.

청구항 8

제4항에 있어서, ASTM D-6413-99에 따른 탄화 길이(char length)가 15.2 cm(6 인치) 미만인 천.

청구항 9

제4항에 있어서, ASTM F-1959-99에 따른 천의 내아크성(arc resistance)이 0.148 줄/제곱센티미터/그램/제곱미터(1.2 칼로리/제곱센티미터/온스/제곱야드) 초과인 천.

청구항 10

제4항에 있어서, 메타-아라미드 섬유의 결정도가 20 내지 50%의 범위인 천.

청구항 11

하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로

(a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유;

(b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유;

(c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유; 및

(d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성되며;

평량이 150 내지 339 그램/제곱미터(4.5 내지 10 온스/제곱야드)의 범위인 천을 포함하는, 아크 및 화염 보호에 사용하기에 적합한 의복(garment).

청구항 12

제9항에 있어서, 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 유지된다면, 1 내지 3 중량%의 파라-아라미드 섬유가 탄소 또는 금속을 포함하는 정전기 방지 섬유로 대체되는 의복.

청구항 13

제9항에 있어서, ASTM F1959 및 NFPA 70E에 따른 카테고리 2 아크 등급(Category 2 arc rating)을 유지하는 한편, ASTM F1930에 따른 4초의 화염 노출에서 70% 미만의 신체 화상에 등가인 열 보호를 제공하는 의복.

청구항 14

제9항에 있어서, ASTM F-1959-99에 따른 천의 내아크성이 0.148 줄/제곱센티미터/그램/제곱미터(1.2 칼로리/제곱센티미터/온스/제곱야드) 초과인 의복.

청구항 15

제5항에 있어서, 수분율이 3% 이상인 의복.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은, 그의 고수분율로 인한 개선된 편안함, 및 우월한 아크 보호의 조합을 보유한 천의 제조에 유용한 블렌딩된 양에 관한 것이다. 본 발명은 또한 그러한 천으로 생산된 의복에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 미국 특허 제7,348,059호(Zhu et al.)는 아크 및 화염 보호 천 및 의복에 사용하기 위한 모드아크릴/아라미드 섬유 블렌드를 개시한다. 그러한 블렌드는 평균적으로 높은 함량(40 내지 70 중량%)의 모드아크릴 섬유와 적어도 20%의 결정도를 가진 낮은 함량(10 내지 40 중량%)의 메타-아라미드 섬유, 및 파라-아라미드 섬유(5 내지 20 중량%)를 갖는다. 그러한 블렌드로 제조된 천 및 의복은 전기 아크 및 최대 3초까지의 돌발 화재에 대한 노출로부터 보호를 제공한다.

[0003] 미국 특허 출원 공개 제US2005/0025963호(Zhu)는, 10 내지 75 부의 하나 이상의 아라미드 스테이플 섬유, 15 내지 80 중량부의 하나 이상의 모드아크릴 스테이플 섬유, 및 5 내지 30 중량부의 하나 이상의 지방족 폴리아미드 스테이플 섬유의 블렌드로부터 제조된 난연성 블렌드, 양, 천, 및 의류 용품을 개시한다. 이러한 블렌드는 이러한 블렌드 내의 가연성 지방족 폴리아미드 섬유의 높은 비율 때문에 186.5 내지 237 그램/제곱미터(5.5 내지 7 온스/제곱야드) 범위의 천에 대한 카테고리 2 아크 등급을 제공하지 못할 것이다.

[0004] 미국 특허 제7,156,883호(Lovasic et al.)는, 무정형 메타-아라미드 섬유, 결정화된 메타-아라미드 섬유, 및 난연성 셀룰로오스 섬유를 포함하는 섬유 블렌드, 천, 및 보호 의복을 개시하며, 메타-아라미드 섬유는 50 내지 85 중량%이고 메타-아라미드 섬유의 1/3 내지 2/3는 무정형이며 메타-아라미드 섬유의 2/3 내지 1/3은 결정형이다. 다시, 이들 블렌드로 제조된 천은 186.5 내지 237 그램/제곱미터(5.5 내지 7 온스/제곱야드) 범위의 천에 대한 카테고리 2 아크 등급을 제공하지 않을 것이다.

[0005] 미국 특허 출원 공개 제US2010/0299816호(Zhu)는, 하기의 성분 (a), (b) 및 (c)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 50 내지 60 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 31 내지 39 중량%의 모드아크릴 섬유, 및 (c) 5 내지 15 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된, 개선된 돌발 화재 보호 및 우월한 아크 보호를 위한 결정화된 메타-아라미드 블렌드를 개시한다. 일부 실시 형태에서, 50 중량% 이상의 메타-아라미드 섬유가 유지된다면, 1 내지 3 중량%의 메타-아라미드 섬유는 정전기 방지 섬유로 대체된다. 의복은 ASTM F1959 및 NFPA 70E에 따른 카테고리 2 아크 등급을 유지하는 한편, 착용자가 ASTM F1930에 따른 4 초의 돌발 화재 노출에 노출될 때 65% 미만의 예상 신체 화상을 경험하도록 하는 열 보호를 제공한다. 원하는 아크 및 돌발 화재 성능 양자 모두를 갖는 천의 평량은 $135 \text{ g/m}^2 (4 \text{ oz/yd}^2)$ 이상이다.

[0006] 미국 특허 제7,744,999호(Zhu)는 아크 및 화염 보호에 사용하기 위한 얇은 천, 및 그 천으로부터 제조된 천 및 의복에 관한 것이며, 얇은 하기의 성분 (a), (b), (c) 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 50 내지 80 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 10 내지 30 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유, 및 (d) 1 내지 3 중량%의 정전기 방지 섬유로 본질적으로 구성된다. 천과 의복은 평량이 186.5 내지 237 그램/제곱미터(5.5 내지 7 온스/제곱야드)의 범위이다. 일 실시 형태에서, 얇은 천으로 제조된 의복은 열 보호를 제공하여, 착용자가 ASTM F1930에 따라 4초의 돌발 화재 노출에 노출될 때 65% 미만의 예상 신체 화상을 경험하는 한편, 카테고리 2 아크 등급을 유지한다.

[0007] 유감스럽게도, 최상의 보호를 제공하는 전술한 천은 더 낮은 수분율을 갖는 경향이 있으므로 일부 환경에서 상대적으로 불편할 수 있다. 전기 아크로부터 개인을 보호하도록 설계된 의류는, 위험한 환경에서 개인이 그것을 착용하는 경우에만 유용하다. 의류가 불편한 경우, 개인은 상해의 위험에도 불구하고 보호 의류를 포기할 가능성이 더 크다. 그러므로 아크 보호 의복의 편안함의 임의의 개선이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은, 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된, 아크 및 화염 보호에 사용하기 위한 얇은 천에 관한 것이다.

[0009] 본 발명은 또한, 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된 얇은 천을 포함하며 평량이 135 내지 407 그램/제곱미터(4 내지 12 온스/제곱야드)의 범위인, 아크 및 화염 보호에 사용하기에 적합한 천에 관한 것이다.

[0010] 본 발명은 추가로, 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성되며 평량이 150 내지 339 그램/제곱미터(4.5 내지 10 온스/제곱야드)의 범위인 천을 포함하는, 아크 및 화염 보호에 사용하기에 적합한 의복에 관한 것이다.

[0011] [발명의 상세한 설명]

[0012] 본 발명은, 천 및 의복으로 제조될 경우에 고수분율 또한 갖는 한편, 우월한 아크 보호를 갖는 섬유의 블렌드로부터 제조된 천에 관한 것이다. 이러한 고수분율은 착용자에게 있어서 개선된 편안함을 의미한다. 구체적으로 본 발명은, 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된, 아크 및 화염 보호에 사용하기 위한 얇은 천에 관한 것이다.

[0013] 일부 바람직한 실시 형태에서, 얇은 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 20 내지 30 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 40 내지 50 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 25 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 15 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된다. 원하는 경

우, 안 내에 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 유지된다면, 안 내의 1 내지 3 중량%의 파라-아라미드 섬유는 탄소 또는 금속을 포함하는 정전기 방지 섬유로 대체될 수 있다. 다시 말하면, 정전기 방지 섬유를 사용하는 경우에 그것은 1 내지 3 중량%의 양으로 사용되며 (d)의 중량%는 5 내지 최대 19 중량%의 파라-아라미드 섬유가 된다.

[0014] 상기 백분율은 4개의 지명 성분, 즉, 안 내의 이들 4개 지명 성분의 총 중량을 기준으로 한다. 정전기 방지 섬유가 안 내에 포함되는 경우, 상기 백분율은 4개의 지명 성분 및 정전기 방지 섬유를 기준으로 한다. "안"은 함께 방적되거나 트위스트되어, 직조(weaving), 편직(knitting), 브레이딩(braiding), 또는 플레이팅(plaiting)에 사용될 수 있거나 또는 다르게는 텍스타일 재료 또는 천으로 제조될 수 있는 연속 스트랜드를 형성하는 섬유의 집합체를 의미한다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 섬유는 스테이플 섬유이다.

[0015] 일부 바람직한 실시 형태에서 안의 수분율은 3 중량% 이상이고, 일부 실시 형태에서 안의 수분율은 4 중량% 이상이다. 일부 실시 형태에서 안의 수분율은 5 중량% 이상이다. 섬유 블렌드 내의 난연성 레이온의 사용은 고 수분율을 갖는 섬유 성분을 안에 첨가하며, 이는 그 안을 함유하는 천으로부터 제조된 의복의 착용자에게 더 편안함을 부여하는 것으로 생각된다. FR 레이온 섬유로 제조된 천은, 양호한 난연성 및 돌발 화재 성능을 가지고 있지만, 최고의 아크 성능을 갖는 것으로는 알려지지 않았다. 의외로, 블렌드 내에서 특허청구된 백분율로 FR 레이온 섬유를 모드아크릴 섬유와 조합할 경우에, 높은 아크 등급 성능, 높은 난연성, 및 일부 경우에는 개선된 화재 성능을 유지하는 한편, 개선된 수분율 및 편안함 양자 모두를 갖는 천 및 의복을 얻을 수 있다는 것이 확인되었다.

[0016] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "아라미드"는 아미드(-CONH-) 결합 중 85% 이상이 2개의 방향족 고리에 직접 부착되는 폴리아미드를 의미한다. 첨가제가 아라미드와 함께 사용될 수 있으며, 사실상, 최대 10 중량%만큼의 다른 중합체 재료가 아라미드와 함께 블렌딩될 수 있거나, 또는 아라미드의 다이아민 대신에 10%만큼의 다른 다이아민 또는 아라미드의 이산 클로라이드 대신에 10%만큼의 다른 이산 클로라이드를 갖는 공중합체가 사용될 수 있다는 것이 밝혀졌다. 적합한 아라미드 섬유가 문헌[Man-Made Fibers--Science and Technology, Volume 2, Section titled Fiber-Forming Aromatic Polyamides, page 297, W. Black et al., Interscience Publishers, 1968]에 기재되어 있다. 아라미드 섬유는 또한, 미국 특허 제4,172,938호; 제3,869,429호; 제3,819,587호; 제3,673,143호; 제3,354,127호; 및 제3,094,511호에 개시되어 있다. 메타-아라미드는 아미드 결합이 서로에 대하여 메타-위치에 있는 아라미드이며, 파라-아라미드는 아미드 결합이 서로에 대하여 파라-위치에 있는 아라미드이다. 가장 자주 사용되는 아라미드는 폴리(메타페닐렌 아이소프탈아미드) 및 폴리(파라페닐렌 테레프탈아미드)이다.

[0017] 안에서 사용될 경우, 메타-아라미드 섬유는 약 26의 한계 산소 지수(LOI)를 가진 내화염성 탄화 형성 섬유를 제공한다. 메타-아라미드 섬유는 또한 화염에 대한 노출로 인한 안에 대한 손상 확산을 저지한다. 모듈러스와 연신의 물리적 특성의 균형 때문에, 메타-아라미드 섬유는 또한 종래의 셔츠, 바지, 및 전신작업복(coverall) 형태의 산업용 의류로 착용하고자 하는 단층 천 의복에 유용한 편안한 천을 제공한다. 안은 10 중량% 이상의 메타-아라미드 섬유를 갖는다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 안은 20 중량% 이상의 메타-아라미드 섬유를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 메타-아라미드 섬유의 바람직한 최대량은 30 중량% 이하이지만, 40 중량%만큼 많은 양이 사용될 수 있다.

[0018] 난연 레이온 섬유는, 하나 이상의 난연제를 갖고 2 그램/테니어 이상의 섬유 인장 강도를 갖는 레이온 섬유를 의미한다. 난연제로서 폴리실리식산 형태의 이산화규소를 함유하는 셀룰로오스 또는 레이온 섬유는 특히 배제되는데, 그 이유는 그러한 섬유들이 낮은 섬유 인장 강도를 갖기 때문이다. 또한, 그러한 섬유는 양호한 탄화 형성자이지만, 상대적인 조건에서, 그들의 수직 화염 성능은 인 화합물 또는 다른 난연제를 함유하는 섬유보다 더 나쁘다.

[0019] 레이온 섬유는 당업계에 잘 알려져 있으며, 일반적으로 재생 셀룰로오스로 구성되는 제조된 섬유이며, 또한 치환기가 하이드록실기의 수소들 중 15% 이하를 대체한 재생 셀룰로오스를 갖는다. 이들은 비스코스(viscose) 공정, 구리 암모늄 공정, 및 이체는 구식인 니트로셀룰로오스 및 비누화 아세테이트 공정에 의해 제조되는 안을 포함하지만, 바람직한 실시 형태에서는 비스코스 공정이 사용된다. 일반적으로, 레이온은 목재 펄프, 먼 린터(linter), 또는 비스코스 방사 용액에 용해되는 다른 식물성 물질로부터 획득된다. 용액은 산성염 응고조 내로 압출되고, 연속적인 필라멘트로 뽑아내 진다. 이들 필라멘트 군이 안을 형성할 수 있거나 스테이플로 절단될 수 있으며, 스핀 스테이플 안으로 추가 처리될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 레이온 섬유는 리오셀(lyocell) 섬유로서 알려진 것을 포함한다.

- [0020] 난연제는, 방사 용액에 난연제 화합물질을 첨가하고 난연제를 레이온 섬유로 방사함으로써, 레이온 섬유를 난연제로 코팅함으로써, 레이온 섬유를 난연제와 접촉시키고 섬유가 난연제를 흡수하게 함으로써, 또는 난연제를 레이온 섬유 내에 또는 레이온 섬유와 함께 통합시키는 임의의 다른 공정에 의해 레이온 섬유 내로 혼입될 수 있다. 일반적으로 말하면, 하나 이상의 난연제를 함유하는 레이온 섬유에는 난연제에 대한 명칭인 "FR"이 주어진다. 바람직한 실시 형태에서, FR 레이온은 스핀-인(spun-in) 난연제를 갖는다.
- [0021] FR 레이온은 높은 수분율(moisture regain)을 가지며, 이는 편안함 요소를 천에 제공한다. 천에 개선된 편안함을 제공하기 위해서는 양이 15 중량% 이상의 FR 레이온을 가져야 하는 것으로 생각된다. 또한, FR 레이온의 더 큰 백분율이 더욱 더 편안함을 제공할 수 있지만, 안 내에서 FR 레이온의 양이 약 45 중량%를 초과할 경우, 천은 임의의 편안함 개선을 능가할 부정적인 성능 문제를 가질 수 있다고 생각된다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 안 내에서 FR 레이온 섬유는 15 내지 25 중량%의 양으로 존재한다.
- [0022] FR 레이온 섬유는, 예를 들어 산도즈(Sandoz)로부터 입수가 가능한 산도라스트(Sandolast) 9000(등록상표) 등과 같은 소정의 인 화합물을 비롯한, 다양한 구매가능한 난연제들 중 하나 이상을 함유할 수 있다. 난연제로서 다양한 화합물이 사용될 수 있지만, 바람직한 실시 형태에서, 난연제는 인 화합물에 기반한다. 유용한 FR 레이온 섬유는 일본의 다이와보 레이온 컴퍼니, 리미티드(Daiwabo Rayon Co., Ltd.)로부터 상표명 DFG "방염 비스코스 레이온"으로 입수가 가능하다. 다른 유용한 FR 레이온 섬유는 렌징 아게(Lenzing AG)로부터 상표명 비스코스 FR (오스트리아의 렌징 파이버스(Lenzing Fibers)로부터 입수가 가능한 렌징 FR(등록상표)로도 알려짐)로 입수가 가능하다.
- [0023] 모드아크릴 섬유는 아크릴로니트릴을 주로 포함하는 중합체로부터 제조된 아크릴 합성 섬유를 의미한다. 바람직하게는, 중합체는 30 내지 70 중량%의 아크릴로니트릴 및 70 내지 30 중량%의 할로젠-함유 비닐 단량체를 포함하는 공중합체이다. 할로젠-함유 비닐 단량체는 예를 들어 비닐 클로라이드, 비닐리덴 클로라이드, 비닐 브로마이드, 비닐리덴 브로마이드 등으로부터 선택된 적어도 하나의 단량체이다. 공중합가능한 비닐 단량체의 예는 아크릴산, 메타크릴산, 그러한 산의 염 또는 에스테르, 아크릴아미드, 메틸아크릴아미드, 비닐 아세테이트 등이다.
- [0024] 바람직한 모드아크릴 섬유는 비닐리덴 클로라이드와 조합된 아크릴로니트릴의 공중합체이며, 이 공중합체는 개선된 난연성을 위해 추가로 안티몬 산화물 또는 안티몬 산화물들을 갖는다. 그러한 유용한 모드아크릴 섬유에는 2 중량%의 삼산화안티몬을 갖는, 미국 특허 제3,193,602호에 개시된 섬유; 2 중량% 이상 그리고 바람직하게는 8 중량% 이하의 양으로 존재하는 다양한 안티몬 산화물들로 제조된 미국 특허 제3,748,302호에 개시된 섬유; 및 8 내지 40 중량%의 안티몬 화합물을 갖는, 미국 특허 제5,208,105호 및 제5,506,042호에 개시된 섬유가 포함되지만, 이로 한정되지 않는다.
- [0025] 안 내에서 모드아크릴 섬유는 안티몬 유도체를 이용하는 도핑의 수준에 따라 전형적으로 LOI가 28 이상인 난연성 탄화 형성 섬유를 제공한다. 모드아크릴 섬유는 또한 화염에 대한 노출로 인한 안에 대한 손상 확산을 저지한다. 모드아크릴 섬유는 고도의 난연성을 갖는 한편, 전기 아크에 노출될 때 원하는 수준의 파열 내성을 제공하기 위하여 안 또는 안으로부터 제조된 천에 적절한 인장 강도를 자체만으로는 제공하지 않는다. 이는 또한, 단독으로는 ASTM D6413의 시험 방법에 따른 ASTM F1506 요건 또는 NFPA 2112에 따른 적절한 탄화 성능을 제공하지 않는다. 양은 20 중량% 이상의 모드아크릴 섬유를 가지며, 일부 바람직한 실시 형태에서 양은 40 내지 50 중량%의 모드아크릴 섬유를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 모드아크릴 섬유의 바람직한 최대량은 60 중량%이다.
- [0026] 일부 바람직한 실시 형태에서, 메타-아라미드 섬유의 결정도는 약 20 내지 50%의 범위이다. 메타-아라미드 섬유는 안 및 안으로부터 형성된 천에 추가의 인장 강도를 제공한다. 모드아크릴 및 메타-아라미드 섬유의 조합은 고도의 난연성을 갖지만 전기 아크에 노출될 때 원하는 수준의 파열 내성을 제공하기 위해 안 또는 안으로부터 제조된 천에 적절한 인장 강도를 제공하지는 않는다.
- [0027] 메타-아라미드 섬유는 아크 보호의 개선을 실현하기 위하여 소정의 최소 결정도를 갖는다. 메타-아라미드 섬유의 결정도는 20% 이상, 더욱 바람직하게는 25% 이상이다. 최종 섬유의 형성 용이성에 기인하는 설명을 위해, 결정도의 실제적 상한은 50%이다(하지만, 더 높은 백분율이 적합한 것으로 고려된다). 일반적으로, 결정도는 25 내지 40%의 범위 내에 있을 것이다. 이러한 결정도를 갖는 상업적인 메타-아라미드 섬유의 일례는 미국 델라웨어주 윌리밍턴 소재의 이. 아이. 듀폰 디 네모아 앤드 컴퍼니(E. I. du Pont de Nemours & Company)로부터 입수가 가능한 노멕스(Nomex)(등록상표) T-450이다.
- [0028] 메타-아라미드 섬유의 결정도는 두 방법 중 하나에 의해 측정된다. 첫 번째 방법은 비공동(non-voided) 섬유를

이용하는 한편, 두 번째 방법은 공동이 완전히 없지는 않은 섬유에서 이루어진다.

[0029] 첫 번째 방법에서 메타-아라미드의 % 결정도는 우수하고 본질적으로 비공동인 샘플을 이용하여 결정도에 대한 선형 보정 곡선을 먼저 생성함으로써 측정된다. 그러한 비공동 샘플의 경우 비 체적(specific volume)(1/밀도)은 2-상(phase) 모델을 이용하여 결정도와 직접 관련될 수 있다. 샘플의 밀도는 밀도 구배관(density gradient column)으로 측정된다. X-선 산란법에 의해 비결정형인 것으로 결정된 메타-아라미드 필름을 측정 한 결과 평균 밀도가 1.3356 g/cm³인 것으로 확인되었다. 이어서, 완전히 결정형인 메타-아라미드 샘플의 밀도는 X-선 단위 셀(x-ray unit cell)의 치수로부터 1.4699 g/cm³인 것으로 결정되었다. 일단 이들 0% 및 100% 결정도 중점이 확립되면, 밀도가 알려져 있는 임의의 비공동 실험 샘플의 결정도는 이러한 선형 관계로부터 결정될 수 있다:

$$\text{결정도} = \frac{(1/\text{비결정형 밀도}) - (1/\text{실험 밀도})}{(1/\text{비결정형 밀도}) - (1/\text{완전 결정형 밀도})}$$

[0030]

[0031] 많은 섬유 샘플이 공동이 완전히 없지는 않기 때문에, 라만(Raman) 분광법이 결정도 측정을 위한 바람직한 방법이다. 라만 측정은 공극 함량에 민감하지 않으므로, 1650 cm⁻¹에서 카르보닐 신장의 상대적 강도를 사용하여, 공극이 있든 없든, 임의의 형태의 메타-아라미드의 결정도를 결정할 수 있다. 이를 달성하기 위하여, 결정도와 1002 cm⁻¹에서의 고리 신장 모드의 강도에 대해 정규화된 1650 cm⁻¹에서의 카르보닐 신장의 강도 사이의 선형 관계를, 결정도가 상기한 바와 같은 밀도 측정으로부터 사전에 측정되어 알려진 최소 공극 샘플을 사용하여 나타냈다. 밀도 보정 곡선에 의존하는 하기의 실험 관계를 니콜렛 모델(Nicolet Model) 910 FT-라만 분광계를 이용하여 % 결정도에 대해 나타냈다:

$$\% \text{ 결정도} = 100.0 \times \frac{(I(1650 \text{ cm}^{-1}) - 0.2601)}{0.1247}$$

[0032]

[0033] 여기서 I(1650 cm⁻¹)는 그 점에서 메타-아라미드 샘플의 라만 강도이다. 이 강도를 이용하여 실험 샘플의 % 결정도가 식으로부터 계산된다.

[0034] 메타-아라미드 섬유는, 용액으로부터 방적되고, 켄칭되고, 추가적인 열 또는 화학 처리 없이 유리 전이 온도 미만의 온도를 이용하여 건조될 경우, 단지 낮은 수준의 결정도를 형성한다. 그러한 섬유는 라만 산란 기술을 이용하여 섬유의 결정도를 측정할 경우 15% 미만의 % 결정도를 갖는다. 낮은 결정도를 가진 이들 섬유는 열 또는 화학 수단을 이용하여 결정화될 수 있는 무정형 메타-아라미드 섬유로 간주된다. 결정도 수준은 중합체의 유리 전이 온도에서의 또는 그 이상에서의 열처리에 의해 증가될 수 있다. 그러한 열은 전형적으로 원하는 양의 결정도를 섬유에 부여하기에 충분한 시간 동안 장력 하에서 섬유를 가열된 물과 접촉시킴으로써 가해진다.

[0035] m-아라미드 섬유의 결정도 수준은 화학 처리에 의해 증가될 수 있으며, 일부 실시 형태에서 이는 천으로 포함되기 전에 섬유를 착색, 염색, 또는 모의 염색하는 방법을 포함한다. 일부 방법은, 예를 들어 미국 특허 제 4,668,234호, 제4,755,335호; 제4,883,496호; 및 제5,096,459호에 개시되어 있다. 염료 캐리어(dye carrier)로도 또한 알려진 염료 보조제를 사용하여 아라미드 섬유의 염료 픽업(pick up)의 증가를 도울 수 있다. 유용한 염료 캐리어는 아릴 에테르, 벤질 알코올, 아세토페논, 및 그의 혼합물을 포함한다.

[0036] 안 내에 파라-아라미드 섬유를 첨가하는 것은, 안으로부터 형성된 천에 화염 노출 후의 수축 및 파열에 대한 일부 부가적인 내성을 제공할 수 있다. 안 내의 더 많은 양의 파라-아라미드 섬유는 안을 포함하는 의복이 착용자를 불편하게 만들 수 있다. 안은 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유를 가지며, 일부 실시 형태에서, 안은 5 내지 15 중량%의 파라-아라미드 섬유를 갖는다.

[0037] 정전기 방전은 민감한 전기 장비를 이용하거나 가연성 증기 근처에서 작업하는 작업자들에게 위험할 수 있으므로, 안, 천, 또는 의복은 임의로 정전기 방지 성분을 함유한다. 설명적인 예로는 스틸 섬유, 탄소 섬유, 또는 기존 섬유와 조합된 탄소가 있다. 안에 첨가될 경우, 정전기 방지 성분은 총 안의 1 내지 3 중량%의 양으로 존재하며, 안 내에 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 유지된다면, 유사한 양의 파라-아라미드 섬유를 대체한다. 정전기 방지 성분을 사용하는 경우, 파라-아라미드 섬유의 최대량은 19 중량%이다.

[0038] 미국 특허 제4,612,150호(De Howitt) 및 미국 특허 제3,803,453호(Hull)는 특히 유용한 전도성 섬유를 기재하며, 여기에서는 카본 블랙이 열가소성 섬유 내에 분산되어 섬유에 정전기 방지 전도성을 제공한다. 바람직한 정전기 방지 섬유는 탄소-코어 나일론-외피(sheath) 섬유이다. 정전기 방지 섬유의 사용은, 정전기적 경향이

감소되고 그에 따라서 겉보기 전기장 강도 및 방해 정전기가 감소된 안, 천, 및 의복을 제공한다.

- [0039] 요구되는 결정도가 최종 안에 존재하면, 스테이플 안은 링 스피닝, 코어 스피닝, 및 에어젯 스피닝과 같으나 이로 제한되지 않는 안 스피닝 기술에 의해 제조될 수 있으며, 에어젯 스피닝은 스테이플 섬유를 안으로 트위스트 하기 위해 공기를 사용하는 무라타(Murata) 에어젯 스피닝과 같은 에어 스피닝 기술을 포함한다. 단일 안들이 생산되면, 이들은 바람직하게는 함께 쌓여서, 천으로 만들어 지기 전에 적어도 2개의 단일 안을 포함하는 겹으로 트위스트된 안을 형성한다. 대안적으로, 다필라멘트(multifilament) 연속 필라멘트 안을 사용하여 천을 제조할 수 있다.
- [0040] 본 발명은 또한, 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된 안을 포함하며; 평량이 135 내지 407 그램/제곱미터(4 내지 12 온스/제곱야드)의 범위인, 아크 및 화염 보호에 사용하기에 적합한 천에 관한 것이다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 안은 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 20 내지 30 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 40 내지 50 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 25 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 15 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된다. 원하는 경우, 안 내에 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 유지된다면, 안 내의 1 내지 3 중량%의 파라-아라미드 섬유는 탄소 또는 금속을 포함하는 정전기 방지 섬유로 대체될 수 있다. 다시 말하면, 정전기 방지 섬유를 사용하는 경우에 그것은 1 내지 3 중량%의 양으로 사용되며 (d)의 중량%는 5 내지 최대 19 중량%의 파라-아라미드 섬유가 된다. 상기 백분율은 4개의 지명 성분, 즉, 안 내의 이들 4개 지명 성분의 총 중량을 기준으로 한다. 정전기 방지 섬유가 안 내에 포함되는 경우, 상기 백분율은 4개의 지명 성분 및 정전기 방지 섬유를 기준으로 한다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 안 내의 메타-아라미드 섬유의 결정도는 약 20 내지 50%의 범위이다. 앞서 기재한 안에서와 같이, 일부 바람직한 실시 형태에서, 섬유 성분으로서 난연성 레이온을 사용함에 의해 천은 3 중량% 이상의 수분율을 가지며, 일부 실시 형태에서 천은 4 중량% 이상의 수분율을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 천의 수분율은 5 중량% 이상이다.
- [0041] 전기 아크에 의해 야기되는 강한 열 스트레스로부터의 보호를 제공하기 위하여, 아크 보호 천 및 그 천으로부터 형성된 의복은 난연성을 위해 공기중 산소 농도보다 높은(즉, 21보다 크며 바람직하게는 25보다 큰) LOI, 천에 대한 손상의 느린 전파를 나타내는 짧은 탄화 길이(char length), 및 보호층 아래의 표면 상에 입사 에너지가 직접 충돌하는 것을 방지하기 위한 양호한 파열 내성과 같은 특징을 유지하는 것이 바람직하다.
- [0042] 일부 바람직한 실시 형태에서, 천의 탄화 길이는 ASTM D-6413-99에 따라 15.2 cm(6 인치) 미만이다. 탄화 길이는 직물의 난연성의 척도이다. 탄화는 열분해 또는 불완전 연소의 결과로서 형성되는 탄소성 잔류물로 정의된다. ASTM 6413-99의 시험 조건 하에서 천의 탄화 길이는 화염에 직접 노출되는 천 에지로부터 특정 인열 힘이 가해진 후 가장 멀리 떨어진 가시적인 천의 손상 지점까지의 거리로서 정의된다.
- [0043] 명세서와 첨부된 특허청구범위에 사용되는 바와 같이, 용어 천은 앞서 기재된 하나 이상의 상이한 유형의 안을 이용하여 직조, 편직 또는 다르게는 조립된 원하는 보호층을 말한다. 바람직한 실시 형태는 직조 천이며, 바람직한 직조는 능직이다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 평량에 대해 정규화된 천의 내아크성(arc resistance)은 0.148 줄/제곱센티미터/그램/제곱미터(1.2 칼로리/제곱센티미터/온스/제곱야드) 이상이다. 일부 실시 형태에서, 평량에 대해 정규화된 천의 내아크성은, 0.185 줄/제곱센티미터/그램/제곱미터(1.5 칼로리/제곱센티미터/온스/제곱야드) 이상일 수 있다.
- [0044] 앞서 기재한 바와 같은 메타-아라미드 섬유, FR 레이온 섬유, 모드아크릴 섬유, 및 파라-아라미드 섬유, 및 임의로 정전기 방지 섬유의 비율을 갖는 안은, 천 내에 배타적으로 존재한다. 직조 천의 경우에는 안은 천의 경사 및 위사 둘 모두에 사용된다. 원하는 경우, 메타-아라미드 섬유, FR 레이온 섬유, 모드아크릴 섬유, 파라-아라미드 섬유, 및 정전기 방지 섬유의 상대량은, 안의 조성이 앞서 기재한 범위 내에 속하는 한, 안 내에서 변동될 수 있다.
- [0045] 천의 제조에 사용되는 안은, 앞서 기재한 바와 같이, 기재된 비율의 메타-아라미드 섬유, FR 레이온 섬유, 모드아크릴 섬유, 파라-아라미드 섬유, 및 정전기 방지 섬유로 본질적으로 구성되며, 임의의 다른 부가적인 열가소성 또는 가연성 섬유 또는 재료를 포함하지 않는다. 다른 재료 및 섬유, 예를 들어 폴리아미드 또는 폴리에스테르 섬유는 안, 천, 및 의복에 가연성 재료를 제공하며, 의복의 돌발 화재 성능에 영향을 주는 것으로 생각된다.

- [0046] 본 발명은 추가로, 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 10 내지 40 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 20 내지 60 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 45 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 20 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성되며 평량이 150 내지 339 그램/제곱미터(4.5 내지 10 온스/제곱야드)의 범위인 천을 포함하는, 아크 및 화염 보호에 사용하기에 적합한 의복에 관한 것이다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 천은 하기의 성분 (a), (b), (c), 및 (d)의 총 중량을 기준으로 (a) 20% 이상의 결정도를 갖는 20 내지 30 중량%의 메타-아라미드 섬유, (b) 40 내지 50 중량%의 모드아크릴 섬유, (c) 15 내지 25 중량%의 FR 레이온 섬유, 및 (d) 5 내지 15 중량%의 파라-아라미드 섬유로 본질적으로 구성된다. 원하는 경우, 천 내에 5 중량% 이상의 파라-아라미드 섬유가 유지된다면, 천 내의 1 내지 3 중량%의 파라-아라미드 섬유는 탄소 또는 금속을 포함하는 정전기 방지 섬유로 대체될 수 있다. 다시 말하면, 정전기 방지 섬유를 사용하는 경우에 그것은 1 내지 3 중량%의 양으로 사용되며 (d)의 중량%는 5 내지 최대 19 중량%의 파라-아라미드 섬유가 된다. 상기 백분율은 4개의 지명 성분, 즉, 천 내의 이들 4개 지명 성분의 총 중량을 기준으로 한다. 정전기 방지 섬유가 천 내에 포함되는 경우, 상기 백분율은 4개의 지명 성분 및 정전기 방지 섬유를 기준으로 한다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 천 내의 메타-아라미드 섬유의 결정도는 약 20 내지 50%의 범위이다. 앞서 기재한 안 및 천에서와 같이, 일부 바람직한 실시 형태에서, 섬유 성분으로서 난연성 레이온을 사용함에 의해 의복은 3 중량% 이상의 수분율을 가지며, 일부 실시 형태에서 의복은 4 중량% 이상의 수분율을 갖는다. 일부 실시 형태에서 의복의 수분율은 5 중량% 이상이다.
- [0047] 돌발 화재에서 천 또는 의복의 성능은 ASTM F1930의 시험 프로토콜을 사용하여 장비설치된 마네킹을 사용하여 측정할 수 있다. 마네킹은 측정될 재료의 옷을 입은 후에, 버너로부터의 화염에 노출되며; 마네킹에 걸쳐 분포된 온도 센서가 마네킹이 경험하는 국부 온도를 측정하며 이는 동일한 양의 화염에 노출되는 경우 사람 신체가 경험하는 온도일 것이다. 표준 화염 강도를 고려하여, 사람이 경험하게 될 화상의 정도(즉, 2도, 3도 등) 및 화상을 입은 신체의 %를 마네킹 온도 데이터로부터 결정할 수 있다. 낮은 예상 신체 화상은 실제 화재 위험에서 의복의 더 양호한 보호를 나타낸다.
- [0048] NFPA 2112 표준에 따라, 돌발 화재 보호 의류에 요구되는 최소 성능은 3초의 화염 노출로부터 50% 미만 신체 화상이다. 돌발 화재는 일부 산업에서 작업자들에게 매우 현실적인 위협이며, 개인이 화염에 얼마나 오랫동안 뒤덮일지 완전히 예상하는 것이 불가능하므로, 보호 의류 천 및 의복의 돌발 화재 성능에 있어서 임의의 개선은 생명을 구할 잠재성을 갖는다. 특히, 보호 의류가 3초 초과, 예를 들어, 4초 이상의 화재 노출에 대해 향상된 보호를 제공할 수 있는 경우, 이는 착용자가 소정의 보호를 동반하여 위험을 탈출할 추가적인 시간을 갖는다는 것을 의미한다. 돌발 화재는 작업자가 경험할 수 있는 열적 위험 중 가장 극심한 유형 중 하나를 나타내며; 그러한 위험은 화염에 대한 단순 노출보다 훨씬 더 심각하다.
- [0049] 220 그램/제곱미터(6.5 온스/제곱야드) 미만의 천 중량에서, 앞서 기재한 바와 같은 메타-아라미드 섬유, FR 레이온 섬유, 모드아크릴 섬유, 파라-아라미드 섬유, 및 정전기 방지 섬유의 비율을 갖는 안으로부터 제조된 의복은, ASTM F1959 및 NFPA 70E에 따른 카테고리 2 아크 등급을 유지하는 한편, ASTM F1930에 따라 4 초의 화염 노출에 노출될 때 예상 신체 화상의 70% 미만에 등가인 열 보호를 착용자에게 제공한다. 이는 3초 노출에서 착용자에 대한 50% 미만의 예상 신체 화상의 최소 표준을 넘는 유의적인 개선이며; 화상은 본질적으로 일부 다른 난연성 천의 경우 화염 노출에 관해 사실상 기하급수적이다. 1초 추가의 화염 노출 시간이 있는 경우, 의복에 의해 제공되는 보호는 삶과 죽음 사이의 차이를 잠재적으로 의미할 수 있다.
- [0050] 아크 등급에 대한 두 가지 일반적 카테고리 등급 시스템이 있다. 국립 화재 보호 협회(The National Fire Protection Association)(NFPA 70E)는 4가지 상이한 카테고리를 가지며, 카테고리 1은 최저 아크 위험을 갖고 카테고리 4는 최고 위험을 갖는다. NFPA 70E 시스템 하에서, 카테고리 1, 2, 3, 및 4는 각각 4, 8, 25, 및 40 칼로리/제곱센티미터의 천의 아크 보호 값에 상응한다. 국립 전기 안전 코드(The National Electric Safety Code)(NESC) 또한 3가지 상이한 카테고리를 가진 등급 시스템을 가지며, 카테고리 1은 최저 위험이고 카테고리 3은 최고 위험이다. NESC 시스템 하에서, 카테고리 1, 2, 및 3은 각각 4, 8, 및 12 칼로리/제곱센티미터의 천의 아크 보호 값에 상응한다. 그러므로, 8 칼로리/제곱센티미터의 아크 등급을 갖는 천 또는 의복은 표준 세트 방법 ASTM F1959에 따라 측정할 때 카테고리 2 위험을 견딜 수 있다.
- [0051] 일부 바람직한 실시 형태에서는, 평량에 대해 정규화하는 경우에 0.148 줄/제곱센티미터/그램/제곱미터(1.2 칼로리/제곱센티미터/온스/제곱야드) 이상의 내아크성을 갖는 천으로부터 의복을 제조한다. 일부 실시 형태에서는, 평량에 대해 정규화하는 경우에 0.185 줄/제곱센티미터/그램/제곱미터(1.5 칼로리/제곱센티미터/온스/제곱야드) 이상의 내아크성을 갖는 천으로부터 의복을 제조한다.

- [0052] 앞서 기재한 바와 같은 얇은 천, 천, 및 의복에서 결정형 메타-아라미드 섬유는 돌발 화재에서 개선된 성능을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 유의적으로 감소된 세탁 수축을 야기한다. 이러한 감소된 수축은, 유일한 차이가 결정도를 증가시키도록 처리되지 않은 메타-아라미드 섬유와 비교하여 앞서 설명한 결정도를 가진 메타-아라미드 섬유를 사용한 것인 동일한 천에 기초한다. 본 명세서에서의 목적을 위하여, 60℃(140 °F)의 수온으로 20분의 세탁 사이클 후에 수축을 측정한다. 바람직한 천은 10회의 세탁 사이클 후에, 바람직하게는 20회의 사이클 후에 5% 이하의 수축을 나타낸다. 단위 면적 당 천의 양이 증가하면, 잠재적 위험과 보호될 대상 사이의 재료의 양이 증가한다. 천의 평량의 증가는 증가된 파열 내성, 증가된 열 보호 인자, 및 증가된 아크 보호를 가져오지만, 더 경량의 천으로 어떻게 개선된 성능이 이루어질 수 있는지는 명백하지 않다. 앞서 기재한 바와 같은 얇은 보호 의류에서, 특히 보다 편안한 단일 천 의복에서, 개선된 성능으로, 경량 천의 사용을 가능하게 한다. 원하는 아크 및 돌발 화재 성능 양자 모두를 갖는 천의 평량은 186.5 g/m²(5.5 oz/yd²) 이상, 바람직하게는 200 g/m²(6.0 oz/yd²) 이상이다. 일부 실시 형태에서, 바람직한 최대 천 평량은 237 g/m²(7.0 oz/yd²)이다. 이러한 최대치를 초과해서는, 단일 천 의복에서 경량 천의 편안함에 대한 이득이 감소되는 것으로 생각되며, 이는 더 높은 평량의 천이 증가된 강성을 나타낼 것으로 생각되기 때문이다.
- [0053] 일부 바람직한 실시 형태에서, 천은 보호 의복에서 단층으로 사용된다. 본 명세서 내에서, 천의 보호 값은 그 천의 단층에 대해 보고된다. 일부 실시 형태에서, 본 발명은 또한 그 천으로 제조된 다층 의복을 포함한다.
- [0054] 특히 유용한 일부 실시 형태에서는, 앞서 기재한 바와 같은 메타-아라미드 섬유, FR 레이온 섬유, 모드아크릴 섬유, 파라-아라미드 섬유, 및 정전기 방지 섬유의 비율을 갖는 스펀 스테이플 안을 사용하여, 스펀 스테이플 안으로부터 제조된 보호 천의 본질적으로 하나인 층을 갖는 난연성 의복을 제조할 수 있다. 이러한 유형의 예시적인 의복에는 소방관 또는 군인을 위한 낙하복(jumpsuit) 및 전신작업복이 포함된다. 그러한 슈트(suit)는 전형적으로 소방관 의류 전반에 사용되며 산물을 진화하기 위한 지역으로 들어가는 낙하산에 사용될 수 있다. 다른 의복에는 극한의 열적 사건이 발생할 수 있는 화학 처리 산업 또는 산업 전기/설비와 같은 상황에서 착용될 수 있는 바지, 셔츠, 장갑, 슬리브(sleeve) 등이 포함될 수 있다.
- [0055] 시험 방법
- [0056] ASTM 시험 방법 D2654-89에 따라 얇은 천, 천, 및 의복의 수분율을 결정하였다.
- [0057] ASTM F-1959-99 "의류용 재료의 아크 열 성능 값을 결정하기 위한 표준 시험 방법(Standard Test Method for Determining the Arc Thermal Performance Value of Materials for Clothing)"에 따라 천의 내아크성을 결정한다.
- [0058] ASTM G-125-00 "기체 산화제 내의 액체 및 고체 재료 화재 한계를 측정하기 위한 표준 시험 방법(Standard Test Method for Measuring Liquid and Solid Material Fire Limits in Gaseous Oxidants)"에 따라 천의 한계 산소 지수(LOI: limited oxygen index)를 결정한다. 실온에서 초기에 천의 발염 연소를 간신히 지탱할 산소와 질소의 혼합물 내에서, 부피%로 표현된 최소 산소 농도를 ASTM G125 / D2863의 조건 하에 결정한다.
- [0059] 천의 열 보호 성능은 NFPA 2112 "돌발 화재에 대한 산업 인력의 보호를 위한 난연성 의복에 대한 표준(Standard on Flame Resistant Garments for Protection of Industrial Personnel Against Flash Fire)"에 따라 결정한다. 열 보호 성능(또는 TPP)이라는 용어는 천이 직접적인 화염 또는 방사 열에 노출될 때 천 아래의 착용자 피부에 연속적이고 신뢰성있는 보호를 제공하는 천의 능력에 관한 것이다.
- [0060] 시험 천으로 제조된 표준 패딩 전신작업복을 입은 장비설치된 열 마네킹을 이용하여 ASTM F-1930에 따라 돌발 화재 보호 수준 시험을 실시하였다.
- [0061] ASTM D-6413-99 "텍스타일의 난연성에 대한 표준 시험 방법(수직 방법)(Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles(Vertical Method))"에 따라 천의 탄화 길이를 결정한다.
- [0062] AATCC 135 방법에 기초하여 1회 이상의 세탁 사이클 후에 천의 단위 면적을 물리적으로 측정함으로써 수축을 결정한다. 사이클은 60℃(140 °F)의 수온으로 20분 동안 산업용 세탁기에서 천을 세탁하는 것을 나타낸다.
- [0063] 실시예
- [0064] 본 발명을 설명하기 위하여, 하기 실시예가 제공된다. 달리 나타내지 않으면 모든 부 및 백분율은 중량 기준이며 섭씨 온도이다.

[0065] 실시예 1

[0066] 본 실시예는 모드아크릴 섬유, FR 레이온 섬유, 및 파라-아라미드 섬유와 조합된, 20% 이상의 결정도를 갖는 메타-아라미드 섬유를 갖는 얇은 천, 및 의복을 설명한다. 노멕스(등록상표) 유형 300 섬유, 케블라(Kevlar)(등록상표) 29 섬유, DFG FR 레이온 섬유, 및 모드아크릴 섬유의 친밀한 블렌드(intimate blend)의 에어젯 스펠 얇은 경사 및 위사 양자 모두에 갖는 내구성 아크 및 열 보호 천을 제조하였다. 노멕스(등록상표) 유형 301 섬유는 33 내지 37%의 결정도를 갖는 폴리(m-페닐렌 아이소프탈아미드)(MPD-I) 섬유이다. FR 레이온 섬유는 다이와보 레이온 컴퍼니(Daiwabo Rayon Company)로부터 구매가능하다. 모드아크릴 섬유는 6 내지 8%의 안티몬을 가지며 카네카 코퍼레이션(Kaneka Corporation)으로부터 입수가 가능한 ACN/폴리비닐리덴 클로라이드 공중합체 섬유(프로텍스(Protex)(등록상표)C로서 상업적으로 공지됨)였다. 케블라(등록상표) 29 섬유는 폴리(p-페닐렌 테레프탈아미드)(PPD-T) 섬유였다. 노멕스(등록상표) 및 케블라(등록상표) 섬유 양자 모두는 이. 아이. 듀폰 디 네모아 앤드 컴퍼니로부터 입수가 가능하다.

[0067] 23 중량%의 노멕스(등록상표) 유형 300 섬유, 20 중량%의 FR 레이온 섬유, 10 중량%의 케블라(등록상표) 29 섬유, 45 중량%의 모드아크릴 섬유, 및 2 중량%의 정전기 방지 P-140 탄소-코어 나일론 섬유(인비스타(Invista)로부터 입수가 가능함)의 피커 블렌드 슬라이버(picker blend sliver)를 제조하고 면 시스템 가공(cotton system processing) 및 에어젯 스피닝 프레임을 사용하여 스펠 스테이플 얇은 천으로 제조하였다. 생성된 얇은 천은 20 텍스(30 면 번수(cotton count)) 단일 얇은 천이었다. 이어서, 2개의 단일 얇은 천을 연사기(plying machine) 상에서 플라잉하여(plied) 3.94 회전/cm(10 회전/인치) 트위스트의 합연(ply twist)을 갖는 2-합연사를 제조하였다.

[0068] 이어서, 얇은 천을 구직기(shuttle loom) 상에서 2×1 능직 구조로 제조되는 천의 경사 및 위사로서 사용하였다. 미가공 능직 천의 평량은 $186.5 \text{ g/m}^2 (5.5 \text{ oz/yd}^2)$ 이었다. 이어서, 미가공 능직 천을 고온의 물에서 문질러 세탁하고 염기성 염료를 사용하여 제트 염색하고 건조시켰다. 완성된 능직 천은 31 경사 \times 16 위사/cm(77 경사 \times 47 위사/인치)의 구조 및 $203.4 \text{ g/m}^2 (6.0 \text{ oz/yd}^2)$ 의 평량을 가졌다.

[0069] 천의 일부를 다양한 형상으로 절단하고 함께 재봉하여 천을 전기 위험에 노출되는 사람들에게 유용한 단일층 보호 전신작업복으로 변환하였다.

[0070] 천은 원하는 아크 등급 2를 가졌으며, 의복은 4 초의 노출에서 70% 미만의 장비설치된 열 마네킹 예상 신체 화상을 가졌다. 또한, 천의 일부를 시험하여 ASTM 시험 방법 D2654-89에 따라 그의 수분율을 결정하였으며, 그 결과는 표 1에 나타낸다.

[0071] 비교예 A

[0072] 실시예 1의 절차를 반복하여 비교 블렌드 A를 사용하는 비교 천을 생성시켰으며, 이는 23 중량%의 메타-아라미드 섬유, 10 중량%의 파라-아라미드 섬유, 2%의 정전기 방지 탄소-코어 나일론 섬유, 및 65 중량%의 모드아크릴 섬유의 블렌드로 구성되었다. 이어서, 이러한 천 또한 ASTM 시험 방법 D2654-89에 따라 수분율에 대해 시험하였으며, 그 결과 값은 표 1에 나타냈다. 실시예 1의 천은 유의적으로 더 양호한 수분율을 가졌으며, 이는 천이 비교 블렌드 A로 제조된 천에 비해 개선된 편안함을 가질 것임을 나타낸다.

표 1

실시예	메타-아라미드 (중량%)	FR 레이온 (중량%)	파라-아라미드 (중량%)	모드아크릴 (중량%)	수분율 (%)
1	23	20	10	45	4.3
A	23	--	10	65	1.6

[0073]

[0074] 비교예 B 내지 G

[0075] 표 2에 나타낸 바와 같은 양의 메타-아라미드 섬유, 파라-아라미드 섬유, 모드아크릴 섬유, 및 FR-레이온 섬유의 다양한 블렌드인 비교 블렌드 B 내지 G로부터 부가적인 천들을 제조한 점을 제외하고는, 실시예 1의 절차를 반복하였다. 이어서, 이들 천 각각의 일부를 그의 아크 특성에 대해 시험하였으며, 그 결과는 표 2에 나타냈다.

[0076] 비교 물품 A 내지 E는, 메타-아라미드, 파라-아라미드, 및 모드아크릴 섬유의 블렌드가 양호한 성능을 나타내지만 실시예 1에 의해 대표되는 상승적 블렌드 만큼 양호하지는 않다는 것을 설명한다. 비교 물품 F 및 G는 메타-아라미드 섬유를 FR 레이온 섬유로 대체하는 것은 사실상 아크 성능을 감소시킨다는 것을 설명한다. 비교 물품 중 어느 것도 실시예 1(그의 조성 내에 FR 레이온 및 모드아크릴 양자 모두를 함유함)과 동일한 아크 성능을 갖지 않았다.

표 2

실시예	메타-아라미드 (중량%)	FR 레이온 (중량%)	파라-아라미드 (중량%)	모드아크릴 (중량%)	평량 (oz/yd ²)	아크 등급 (cal/cm ²)	네아크성 (cal/cm ² /oz/yd ²)
1	23	20	10	45	5.9	10.6	1.8
A	23	--	10	65	6.6	8.7	1.3
B	25	--	10	65	8.0	12.3	1.5
C	55	--	10	35	6.3	10.6	1.7
D	65	--	10	25	6.6	9.1	1.4
E	70	--	10	20	6.0	7.1	1.2
F	97	--	3	--	5.5	5.8	1.1
G	65	35	--	--	5.5	5.3	0.96

[0077]