



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년05월27일
(11) 등록번호 10-0899761
(24) 등록일자 2009년05월20일

(51) Int. Cl.
D02G 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2004-7005927
(22) 출원일자 2004년04월22일
심사청구일자 2007년10월17일
번역문제출일자 2004년04월22일
(65) 공개번호 10-2004-0049322
(43) 공개일자 2004년06월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/033560
국제출원일자 2002년10월18일
(87) 국제공개번호 WO 2003/056080
국제공개일자 2003년07월10일
(30) 우선권주장
10/047,575 2001년10월26일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US19995919717 A1
US19945331801 A1
전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자
이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니
미합중국 데라웨어주 (우편번호 19898) 월밍톤시
마켓 스트리트 1007
(72) 발명자
치, 쉐-항
미국23113
버지니아주미들로티안리버톤드라이브13612
피셔, 다니엘, 마이클
미국37027테네시주브렌트우드벨글렌레인400
프릭켓, 래리, 존
미국23838
버지니아주첼스터필드브레이스톤코트8712
(74) 대리인
김영, 장수길

심사관 : 이원재

(54) 고성능 섬유를 함유한 물품의 재활용 방법

(57) 요약

본 발명은 10 g/dtex 이상의 강도와 150 g/dtex 이상의 인장률을 가지는 고성능 섬유를 함유하는 직물로부터 실을 만들기 위한 직물의 재활용법에 관한 것이다. 상기 재활용법에서 직물은 최대 치수가 15 cm 이하인 조각들로 절단된다. 30 내지 99 중량%의 스테이플 섬유가 상기 직물 조각들에 첨가되어 블렌드로 만들어 지고, 상기 블렌드의 섬유들은 분리되고 정렬되어 슬라이버로 형성되고, 상기 슬라이버는 연사 (twisted yarn)로 형성된다. 상기 실은 직물 또는 다른 유용한 제품을 만드는데 사용될 수 있다.

특허청구의 범위

청구항 1

10 g/dtex 이상의 강도와 150 g/dtex 이상의 인장률을 가지는 고성능 섬유를 함유하는 직물을 제공하는 단계;

최대 치수가 15 cm 이하인 조각들로 상기 직물을 절단하는 단계;

상기 직물 조각들에 스테이플 섬유를 첨가하여 블렌드를 만드는 단계;

상기 블렌드의 섬유를 분리하고 정렬하여 슬라이버로 형성시키는 단계; 및

상기 슬라이버를 연사로 형성시키는 단계

를 포함하며, 상기 고성능 섬유가 고성능 섬유 및 스테이플 섬유를 기준으로 1 내지 70 중량%의 양으로 존재하고 상기 스테이플 섬유가 30 내지 99 %의 양으로 존재하는, 10 g/dtex 이상의 강도와 150 g/dtex 이상의 인장률을 가지는 고성능 섬유를 함유하는 직물로부터 실을 만들기 위한 직물의 재활용 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 직물이 코폴리 (파라-페닐렌/3,4'-디페닐 에테르 테레프탈아미드) 섬유를 포함하는 것인 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

10 g/dtex 이상의 강도와 150 g/dtex 이상의 인장률을 가지는 섬유를 함유하는 직물의 다수층을 포함하는 방탄 물품을 제공하는 단계;

방탄 물품 상에 존재하는 커버링을 제거하여 다수의 직물층을 드러내게 하는 단계;

다수의 직물층에 존재하는 봉합 (stitching)을 충분히 제거하는 단계;

상기 직물을 최대 치수가 15 cm 이하인 조각들로 절단하는 단계;

상기 직물 조각들에 스테이플 섬유를 첨가하여 블렌드를 만드는 단계;

상기 블렌드의 섬유를 분리하고 정렬하여 슬라이버로 형성시키는 단계; 및

상기 슬라이버를 연사로 형성시키는 단계

를 포함하며, 상기 고성능 섬유가 고성능 및 스테이플 섬유를 기준으로 1 내지 70 중량%의 양으로 존재하고 스테이플 섬유가 30 내지 99 %의 양으로 존재하는, 직물로부터 실을 만들기 위한 방탄 물품의 재활용 방법.

청구항 14

제1항 또는 제13항에 있어서, 상기 직물이 아라미드 섬유, 폴리올레핀 섬유, 폴리벤족사졸 섬유, 폴리벤조티아 졸 섬유 또는 그의 혼합물의 섬유를 포함하는 것인 방법.

청구항 15

제1항 또는 제13항에 있어서, 상기 직물이 파라-아라미드 섬유를 포함하는 것인 방법.

청구항 16

제1항 또는 제13항에 있어서, 상기 직물이 폴리(파라-페닐렌 테레프탈아미드) 섬유를 포함하는 것인 방법.

청구항 17

제1항 또는 제13항에 있어서, 소면기에 상기 블렌드를 공급함으로써 상기 블렌드의 섬유들이 분리되고 정렬되어 슬라이버로 형성되는 방법.

청구항 18

제1항 또는 제13항에 있어서, 상기 직물이 최대 치수가 5 cm 이하인 조각들로 절단되는 방법.

청구항 19

제1항 또는 제13항에 있어서, 상기 스테이플 섬유가 15 cm 이하인 길이를 가지는 것인 방법.

청구항 20

제1항 또는 제13항에 있어서, 상기 슬라이버가 추가의 섬유를 포함하는 것인 방법.

청구항 21

제1항 또는 제13항의 방법으로부터 제조된 실.

청구항 22

제1항 또는 제13항의 방법으로부터 제조된 실을 포함하는 직물.

청구항 23

삭제

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 고성능 섬유를 함유하는 제품을, 그로부터 제조된 실과 제품으로 재활용하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 아라미드 섬유와 같은 고성능 섬유를 함유하는 직물은 당 분야에서 널리 알려져 있다. 이들 직물은 제품의 방탄성 또는 파절 및 마모 저항성을 높이기 위해 다양한 제품에 사용될 수 있다. 그러한 제품의 예들이 방탄 조끼, 장갑, 가죽바지 등이다.

<3> 미국 특허 제6,103,646호는 침투저항성 방탄 제품을 개시하였는데, 이는 아라미드 실로 촘촘히 직조된 다층으로 제조된 외부면과 아라미드 실과 같은 방탄 섬유 재료의 다층의 내부면을 포함한다.

<4> 미국 특허 제5,876,834호는 아라미드 실의 직물로부터 제조된 보호성 체인 소 챔프(chain saw chaps)를 발표하였다.

<5> 고성능 섬유 또는 실을 함유하는 직물은 많은 다른 제품들, 예를 들면 파절 저항성 장갑 등을 제조하기 위해 사용된다.

<6> 고성능 섬유를 함유하는 직물로부터 제조된 제품의 문제점은 그 제품을 폐기하는 방법에 있다. 방탄조끼 등과 같은 제품은 일반적으로 5 내지 10 년의 가용 수명을 가지고 있으며, 그 이후에는 그 조끼는 교체되어야 하며, 이는 낡은 조끼의 폐기방법에 관한 이슈를 일으킨다. 재활용을 통한 폐기물 감소는 꾸준히 요구되고 있다. 폐직물을 재활용하는 일반적인 개념은 알려져 있다 (데님 폐기물의 재활용법을 발표한 미국 특허 제5,369,861호 참조). 새롭고 개선된 재활용법에 대한 필요가 지속적으로 존재한다.

<7> 발명의 요약:

<8> 본 발명은 10 g/dtex 이상의 강도(tenacity)와 150 g/dtex 이상의 인장률을 가지는 고성능 섬유를 함유하는 직물로부터 실을 만들기 위한 직물의 재활용법에 관한 것이다. 본 방법에서는 10 g/dtex 이상의 강도와 150 g/dtex 이상의 인장률을 가지는 섬유를 포함하는 직물이 제공되며, 상기 직물은 최대 치수가 15 cm 이하인 조각들로 절단된다. 스테이플 섬유와 고성능 섬유를 기준으로 30 내지 99 중량 %의 스테이플 섬유가 상기 직물 조각들에 첨가되어 블렌드로 만들어지고, 상기 블렌드의 섬유들은 분리되고 정렬되어 슬라이버(slinger)로 형성되며, 상기 슬라이버는 연사(twisted yarn)로 형성된다. 이 실은 직물 또는 다른 어떤 유용한 제품을 만드는데 사용될 수 있다. 추가의 섬유도 상기 실에 존재할 수 있다.

발명의 상세한 설명

<9> 본 발명은 고성능 섬유를 함유하는 제품을, 다른 제품을 제조하는데 사용될 수 있는 실을 만들기 위해 재활용하는 것에 관한 것이다.

<10> 일반적으로는 연속 멀티필라멘트사의 형태로 존재하는, 고성능 섬유 또는 고성능 실을 포함하는 제품은 많은 사용 분야가 있는데, 이는 방탄조끼, 파절 저항성 장갑, 챔프 등을 포함한다. 본 발명의 방법에 있어서, 고성능 섬유를 함유하는 직물을 혼입한 제품은 어떤 커버링(covering), 봉합(stitching) 등이 없는 직물을 제공하도록 해체되거나 또는 분리되어진다. 예를 들면, 방탄 조끼는 일반적으로 셸 또는 다른 커버링 직물에 의해 통상적으로 덮여지고 같이 꿰매어진 다수의 직물층을 포함한다. 다수의 직물층을 드러내기 위해서 외부셸 또는 커버링 직물은 제거되며, 그리고 고성능 섬유를 함유하는 직물 시트만이 남도록 직물층의 봉합은 제거된다. 몇 개의 봉합은 직물 안에 남을 수도 있는데, 이들 봉합은 낮은 품질의 실이 되도록 하므로 통상적으로는 바람직하지 않다.

<11> 본 발명의 제품과 직물은, 전체적으로 또는 부분적으로 고성능 섬유를 포함하는 실로부터 제조되었다. 본원에서 사용된 바와 같이 용어 "고성능 섬유"는 10 g/dtex 이상의 강도와 150 g/dtex 이상의 인장률을 가지는 섬유를 의미한다. 그러한 실은 아라미드, 폴리올레핀, 폴리벤조사졸, 폴리벤조티아졸 등과 같은 섬유로부터 제조될 수 있으며, 또한 그러한 실의 혼합물로부터 제조될 수 있다.

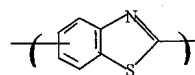
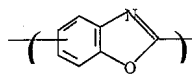
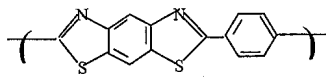
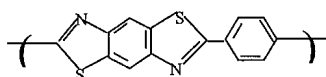
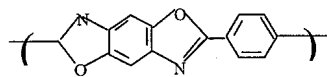
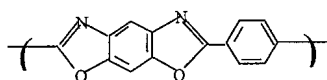
<12> 상기 직물은 100 % 이하의 아라미드 섬유를 포함할 수 있다. "아라미드"는 85 % 이상의 아미드(-CO-NH-) 결합들이 두 방향족 고리에 직접적으로 부착된 폴리아미드를 의미한다. 아라미드 섬유의 예는 문헌 [Man-Made Fibers-Science and Technology, Volume 2, Section titled Fiber-Forming Aromatic Polyamides, page 297, W. Black et al., Interscience Publishers, 1968]에 기술되어 있다. 아라미드 섬유는 또한 미국 특허 제 4,172,938호; 제3,869,429호; 제3,819,587호; 제3,673,143호; 제3,354,127호; 및 제3,094,511호에도 기술되어

있다.

<13> 파라-아라미드는 아라미드 실에서 일반적인 고분자이며, 폴리(파라-페닐렌 테레프탈아미드) (PPD-T)는 일반적인 파라-아라미드이다. PPD-T는 파라-페닐렌 디아민과 테레프탈로일 클로리드의 몰대물 중합으로부터 얻어진 단독 중합체를 의미하며, 또한 소량의 다른 디아민을 파라-페닐렌 디아민과 함께 혼입하거나, 소량의 다른 디옥시드 클로리드를 테레프탈로일 클로리드와 함께 혼입하여 얻어진 공중합체도 의미한다. 일반적으로, 다른 디아민과 다른 디옥시드 클로리드는 상기 파라-페닐렌 디아민 또는 상기 테레프탈로일 클로리드의 10 몰% 이하의 양으로 사용될 수 있으며, 또는 상기 다른 디아민과 다른 디옥시드 클로리드가 중합반응을 방해하는 반응기를 가지고 있지 않는 경우에만은 약간 더 많은 양으로 사용될 수 있다. 또한 PPD-T는 예를 들면 2,6-나프탈로일 클로리드 또는, 클로로- 또는 디클로로 테레프탈로일 클로리드 또는 3,4'-디아미노디페닐에테르 (3,4'-diaminodiphenylether) 등과 같은 다른 방향족 디아민과 다른 방향족 디옥시드 클로리드의 혼입으로부터 얻어진 공중합체를 의미하기도 한다. 본 발명의 목적을 위해 파라-아라미드도 또한 코폴리(파라-페닐렌/3,4'-디페닐 에테르 테레프탈아미드)와 같이 고도로 변성된 전방향족인 코폴리아미드를 포함한다.

<14> "폴리올레핀"은 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌을 의미한다. 폴리에틸렌은 바람직하게는 일백만보다 큰 분자량을 가지는 주로 선형인 폴리에틸렌 재료를 의미하고, 그것은 100 개의 주사슬 탄소 원자 당 5개의 수정된 단위를 초과하지 않는 사슬 분지 또는 공단량체를 소량으로 포함할 수 있으며, 또한 특히 저밀도 폴리에틸렌, 프로필렌 등의 알켄-1-중합체와 같은 하나 또는 그 이상의 고분자 첨가제들, 또는 항산화제, 윤활제, 자외선 차단제, 착색제 등과 같은 흔히 혼입되는 저분자량 첨가제를 50 중량%보다 크지 않게 그것과 함께 혼합하여 함유할 수도 있다. 그러한 것이 일반적으로 펼쳐진 사슬 폴리에틸렌 (extended chain polyethylene (ECPE))으로 알려져 있다. 유사하게, 폴리프로필렌은 바람직하게는 일백만보다 큰 분자량을 가진 주로 선형인 폴리프로필렌 재료이다. 고분자량 선형 폴리올레핀 섬유는 상업적으로 이용 가능하다.

<15> 폴리벤조사졸과 폴리벤조티아졸은 바람직하게는 다음 구조의 고분자들로 구성된다.



<16>

<17> 질소원자에 결합된 방향족기들이 헤테로고리일 수는 있지만, 바람직하게는 탄소고리이다; 그리고 그들이 융합된 또는 비융합된 다환식 시스템일 수도 있지만, 바람직하게는 단일 6원환들이다. 비스-아졸의 주사슬에 보여진 기가 바람직한 파라-페닐렌 기이기는 하지만, 상기 기는 고분자의 합성을 방해하지 않는 어떤 2가 유기기에 의해 치환될 수 있거나, 또는 치환되지 않을 수도 있다. 예를 들면, 상기 기는 12개 이하의 탄소원자를 갖는 지방족, 톨릴렌, 비페닐렌, 비스-페닐렌 에테르 등일 수 있다.

<18> 그리고 나서 상기 직물은 상대적으로 작은 조각들로, 바람직하게는 최대 치수가 15 cm (6 인치) 이하인, 보다

바람직하게는 5 cm (2 인치) 이하인 작은 조각들로 절단된다. 15 cm (6 인치)보다 긴 절단된 직물 조각은 일반적으로 제거되는데, 이는 이들 긴 조각은 절단된 직물이 실로 만들어질 때 문제를 발생시킬 가능성을 가지기 때문이다. 쇼트 스테이플 (short staple) 가공을 위해, 5 cm (2 인치)보다 큰 최대 치수를 갖는 절단된 직물 조각들은 통상적으로 제거된다. 본 발명에서 절단된 직물의 최대 크기는 실을 만드는 이후의 공정 단계들에 좌우되는 것으로 이해된다. 예로서 롱 스테이플 (long staple) (방모 (woolen) 또는 소모 (worsted) 시스템)에서 사용되는 공지의 다른 실 형성기술에 비교하면, 쇼트 스테이플 (면) 제작 시스템에서는 보다 작은 직물 조각이 사용될 것이다.

- <19> 직물을 절단하는 바람직한 수단은 다른 여러 각도로 자르는 길로틴 (guillotine) 커터이다. 전형적인 길로틴 커터는 6개의 다른 각도로 절단할 것이다. 길로틴 커터가 바람직하지만, 상기 직물이 적당한 크기의 조각들로 절단된다면, 본 발명에 있어서 절단 장치의 선택은 중요하지 않다.
- <20> 절단된 직물 조각은 절단된 실 중의 고성능 섬유와 스테이플 섬유를 기준으로 30 내지 99, 바람직하게는 50 내지 95 중량%의 스테이플 섬유와 함께 혼합된다. 본원에 사용된 바와 같이 "스테이플 섬유"는 고성능 섬유와 조성이 다르다는 것을 조건으로, 15 cm 이하 길이의 자연 또는 합성 섬유를 의미한다. 따라서 본 개시의 목적은 만일 스테이플 섬유가 절단된 직물 조각의 고성능 섬유와 조성이 다르다면, 그 스테이플 섬유 또한 고성능 섬유일 수도 있다는 점이다.
- <21> 또한 본 발명에서 추가적인 미사용, 다시 말하면 재활용되지 않은 고성능 섬유가 실의 제조에서 추가될 수 있다는 것으로 이해된다. 미사용 고성능 섬유는 공정을 촉진하기 위해 존재할 수 있다. 예를 들면, 절단된 직물 중의 재활용된 고성능 섬유와 미사용 고성능 섬유가 같은 양으로 사용될 수도 있다.
- <22> 적당한 스테이플 섬유의 예들은 상기 열거된 고성능 섬유들 뿐 아니라 면, 울, 폴리에스테르, 폴리아미드, 레이온 및 그에 대한 혼합물을 포함한다. 또한 다른 섬유도, 예를 들면 대전 방지 특성을 위해 포함될 수 있다. 적당한 대전 방지 특성은, 예를 들면 미국 특허 제3,803,453호와 미국 특허 제4,612,150호에 기술되어 있다.
- <23> 이 블렌드는 그리고 나서, 슬라이버로 형성된다. 상기 블렌드를 슬라이버로 형성되게 하는 바람직한 방법은 소면기 (carding machine)를 이용하는 것인데, 상기 소면기는 섬유산업에서 일반적으로 사용되는 기계로서 섬유를 분리, 정렬 및 운송하여 일반적으로 슬라이버로 알려진, 비틀림 없이 느슨하게 결집한 섬유들의 연속된 가닥이 되게 한다.
- <24> 직물의 절단된 조각이 소면기를 통하여 처리되어질 때, 상기 소면기는 직물 중 개개의 섬유를 분리하고, 재활용 섬유는 블렌드 중의 다른 섬유들과 함께 생긴 웹을 형성하며, 이것은 일반적으로 수 센티미터 (약 1 인치)의 직경을 갖는 슬라이버로 제조된다. 그리고 나서 상기 슬라이버는 일반적인 연신 공정을 통해서 로빙 (roving)이 되며, 그리고 나서 일반적으로 방적사 (spun yarn)를 만들기 위한 일반적인 방법, 예를 들어 링정방 (ring-spinning)기계를 사용하여 연사가 된다.
- <25> 다른 한편으로는, 슬라이버는 예를 들면 무라타 제트 에어 스피너 (Murata jet air spinner)와 같은 오픈-엔드 방적 기계를 사용하거나 또는 DREF 마찰 스피너 (DREF friction spinner)와 같은 코어 방적 기계를 사용하여, 실로 직접 방적될 수 있다.
- <26> 본 발명의 방법에 있어서 제조될 수 있는 실의 타입 또는 사이즈에 제한은 없다. 그러나, 본 방법은 8.5 미터식 번수 (약 5 영국식 면번수)의 단사 번수 (singles yarn count)를 갖거나 더 미세한, 바람직하게는 8.5 내지 34 미터식 번수 (약 5 내지 20 영국식 면번수)의 단사 번수를 갖는 스테이플사를 제공하는 데에 특히 적합하다. 이들 단사는 또한 합연사 (plied yarn)를 형성하도록 결합되어질 수 있다.
- <27> 재활용된 고성능 섬유를 함유하는 실은 일반적인 방식으로 직물을 제조하는데 사용될 수 있다. 그러한 직물들은 임의량의 재활용사를 포함할 수 있다. 본 발명으로부터 제조된 실을 사용하여 제조된 직물은 고성능 섬유를 함유하는 실이 사용된 다른 제품들, 예를 들면 텐트, 장갑, 썸, 헬멧, 의복 등에 사용될 수 있다.

실시예

- <28> 하기 실시예에서 특별히 다르게 나타내지 않으면 모든 비율과 퍼센트는 중량으로 표시된다.
- <29> 중고 방탄 조끼를 다층의 100 % 아라미드 직물층을 같이 붙여 있게 하는 커버 재료 및 봉합을 제거하여 분해하였다. 상기 분리된 100 % 아라미드 직물층을 길로틴 절단 공정을 이용하여 다양한 모양의 조각들로 절단하였다. 예를 들면, 상기 공정을 절단된 섬유 길이가 최대 5 cm (2 인치)를 넘지 않게 조각들의 크기가 제

어되도록 셋업하였다.

- <30> 상기 절단된 직물 조각을, 절단 섬유 길이가 5 cm를 초과하지 않는 것을 확인하기 위해 재검사하였다. 최대 절단 섬유 길이가 5 cm (2 ")를 초과하는 조각은 제거되었다. 사용한 쇼트 스테이플 면 시스템 가공 장치에서는 5.5 cm (2.25 인치)보다 큰 섬유 길이는 부푼 (cockle)을 일으킬 가능성이 있는 것으로 여겨졌다. 부푼은 과도하게 긴 섬유가 두개의 드래프트 롤 (draft roll) 사이에 걸릴 때 발생된다. 걸린 섬유는 과단되고, 다시 감겨서 거칠고 울퉁불퉁한 실의 말리고 비틀린 부분을 형성한다. 이 결함은 하위 가공 문제와 실의 불량한 균일성을 야기한다.
- <31> 그러나 드래프트 롤의 간격이 커짐에 따라 부푼 가능성없이 사용가능한 섬유길이도 길어진다고 이해된다.
- <32> 재활용 재료의 다른 퍼센트에서 두가지의 짧은 테스트를 행하였다.
- <33> 11.4 킬로그램 (25 lb)의 두개의 시료들을 다음 조성으로 제조하였다:
- <34> **방적사 실시예 1:**
- <35> a. 중급 소면 (carded cotton) - 70 중량%
- <36> b. 재활용 파라-아라미드 방탄 직물 - 12.5 중량%
- <37> c. 필라멘트 당 1.7 dtex (1.5 dpf) × 3.8 cm (1.5") 파라-아라미드 스테이플 - 12.5 중량%
- <38> d. 필라멘트 당 4.3 dtex (3.9 dpf) × 3.8 cm (1.5") 나일론/카본 쉬쓰 (sheath)/코어 대전방지 섬유 - 5 중량%
- <39> **방적사 실시예 2:**
- <40> a. 중급 소면 (carded cotton) - 55 중량%
- <41> b. 필라멘트 당 2.0 dtex (1.8 dpf) × 3.8 cm (1.5") 나일론 스테이플 - 15 중량%
- <42> c. 재활용 파라-아라미드 방탄 직물 - 12.5 중량%
- <43> d. 필라멘트 당 1.7 dtex (1.5 dpf) × 3.8 cm (1.5") 파라-아라미드 스테이플 - 12.5 중량%
- <44> e. 필라멘트 당 4.3 dtex (3.9 dpf) × 3.8 cm (1.5") 나일론/카본 쉬쓰/ 코어 대전방지 섬유 - 5 중량%
- <45> 주: 실시예 1과 2에서, 파라-아라미드는 폴리(파라-페닐렌테레프탈아미드)였다.
- <46> 스테이플 시료 11.4 킬로그램 (25 lb)을 처음에는 수동 혼합 (hand-mixing)한 후, 다른 섬유의 블렌드를 균일화하기 위해 키트손/사코 로웰 픽커 (Kitson/Saco Lowell Picker)에 두번 통과하게 하였다. 블렌드되자마자, 각 시료를 코밍하여 불순물을 제거하고 더블 릭커린 롤/싱글 실린더 데이비스 푸르버 롤러 탑 카드 (Double Lickerin Roll/Single Cylinder Davis Furber Roller Top Card)에 통과시켜 소면 슬라이버를 만들었다. 롤러 탑카드 시스템은 플랫 탑 카드 시스템에 비해 바람직하다. 이 공정은 절단된 100 % 아라미드 방탄 직물 조각 및 기타 혼합된 스테이플 섬유를, 분리된 필라멘트를 포함하는 슬라이버로 분리하는 것을 가능하게 한다.
- <47> 절단된 100 % 아라미드 방탄 직물 조각을 분리하기 위해 사용된 상기 카딩 방법은 100 % 아라미드 방탄 직물 조각을 상기 소면기에 개별적으로 공급하고 그 다음 수동 혼합하는 것에 비해 바람직하다. 블렌딩없이 상기 소면기는 직물 조각을 분리된 필라멘트로 분리하는 데에 있어 효율적이지 않다.
- <48> 상기 소면 슬라이버는 종래의 쇼트 스테이플 링 정방법 (ring spinning)을 사용하여 방사되어 스테이플사로 되었다. 상기 소면 슬라이버는, 사코 로웰 베르사마틱/샤 드래프팅 시스템 4 오버 5 (Saco Lowell Versamatic/Shaw Drafting System 4 Over 5)를 이용한 두 패스 연신 (two pass drawing) (파쇄기 (breaker)/가공기 (finisher) 연신)을 사용하여 처리되어 연신된 슬라이버가 되었다. 그다음 상기 연신된 슬라이버는 사코 로웰 1/B/F/B 로빙 프레임 (Saco Lowell 1/B/F/B Roving Frame) 상에서 처리되어 로빙으로 되었다. 그후 상기 로빙은 5 cm (2 인치) 링을 갖는 로버츠 애로우 스피닝 프레임 (Roberts Arrow Spinning Frame) 상에서 14 미터식 변수 (8 cc) 스테이플 방적사로 가공되었다. 121 연계수 (twist multiplier) (미터 당 회전수/ (nm)^{1/2}) (또는 영국식 면변수 시스템에서 4.0 연계수 (인치 당 회전수/(cc)^{1/2}))가 방적사에 대해 사용되었다.
- <49> 일반적인 평균 면 스테이플의 길이는 2.9 cm 내지 3.5 cm ((1-1/8 인치 내지 1-3/8 인치)이므로, 비슷한 길이를 가진 아라미드 섬유의 사용은 가장 좋은 드래프팅 (drafting) 결과와 방적사 중량 균일성 (실 균등도라고도

함)을 나타낼 것으로 보였다.

<50> 면 시스템 링 정방은 면과 아라미드의 가장 좋은 드래프트 균일성을 보였기에 채택되었다.

<51> **제직 (weaving) 실시예 1:**

<52> 방적사 실시예 1에서의 14 미터식 변수 (8 면변수) 스테이플 방적사를 종래의 츠다코마 모델 209 에어-제트 직기 (Tsudakoma Model 209 air-jet loom) 상에서 데님 (denim) 직물을 직조하기 위한 위사 (filling yarn, 緯絲)로서 사용하였다. 상기 경사 (warp yarn)는 대체로 엔드-온-엔드 (end-on-end) 디자인인 두가지 타입의 방적사로 구성되었다. 제1 타입은 3.8 cm 길이의 84 중량%의 면 및 16 중량%의 미사용 파라-아라미드 스테이플의 16 미터식 변수 (9.5 c.c.) 링방적사 (ring-spun yarn)였다. 제2 타입은 3.8 cm 길이의 84 중량%의 면 및 16 중량%의 폴리에스테르 스테이플의 16 미터식 변수 (9.5 c.c.) 링방적사였다. 상기 직물은 직기 상에서 23.6 ends/cm 및 15.7 picks/cm의 구조를 갖는 3×1의 오른 나선형 능조직 (twill weave)이었다. 상기 직물을 종래의 공정에서 샌퍼라이징 (saforizing)하였고 샌퍼라이징된 직물은 354 g/m²의 기본 중량을 갖는다.

<53> **제직 비교 실시예 1:**

<54> 상기 위사가 14 미터식 변수 (8 면변수)의 100 % 링방적 면사 (cotton yarn)인 것을 제외하면, 실시예 1에서와 동일한 공정이 반복되었다. 샌퍼라이징된 직물은 370 g/m²의 기본 중량을 갖는다.

<55> **제직 비교 실시예 2:**

<56> 상기 위사가 3.8 cm 길이의 75 중량%의 면 및 25 중량%의 흑색 미사용 파라-아라미드 스테이플의 14 미터식 변수 (8 c.c.) 링방적사인 것을 제외하면, 실시예 1에서와 동일한 공정이 반복되었다. 샌퍼라이징된 직물은 366 g/m²의 기본 중량을 갖는다.

<57> **테스팅**

<58> 직물 특성을 측정하기 위해서, 특히 위사 방향에서, 두가지의 정밀한 실험을 직물 시료 상에 행하였다. 직물 파단강도 (breaking strength)는 시험규격 [ASTM D 5034 "Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Textile Fabrics (Grab Test)"]에 따라서 측정되었다. 직물 인열강도 (tearing strength)는 시험규격 [ASTM D 1424 "Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Falling-Pendulum Type (Elmendorf) Apparatus"]에 따라서 측정되었다. 별도로, 직물의 정전하 감쇠는 연방 기준 [Federal Standard 191A Method 5931 "Determination of Electrostatic Decay of Fabrics"]에 따라서 테스트되었다. 이들 시료는 21 °C, 20 % 상대습도에서 조절되고 테스트되었다.

<59> 다음은 100 % 면과 75 % 면/25 % 파라-아라미드의 비교 실시예들에 비교한 제직 실시예 1의 직물 테스트 결과를 요약한 것을 나타낸다.

<60> **테스트 결과**

<61> 직물 시료	위사의 조성	위사 방향에서의 직물의 파단강도 (뉴우튼)	위사 방향에서의 직물의 인열 강도 (뉴우튼)	위사 방향에서의 정적 감쇠까지의 시간 (초)
제직 실시예 1	70 중량% 면 12.5 중량% 재활용 파라-아라미드 12.5 중량% 미사용 파라-아라미드 5 중량% 대전방지 섬유	761	134	0.01
제직 비교 실시예 1	100 % 면	560	62	0.34
제직 비교 실시예 2	75 중량% 면 25 중량% 미사용 파라-아라미드	743	145	0.25