



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월31일
 (11) 등록번호 10-1883973
 (24) 등록일자 2018년07월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 D04D 9/00 (2018.01) C08F 10/02 (2006.01)
 D02G 3/02 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7023382
- (22) 출원일자(국제) 2012년02월03일
 심사청구일자 2017년02월01일
- (85) 번역문제출일자 2013년09월03일
- (65) 공개번호 10-2014-0049969
- (43) 공개일자 2014년04월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/023712
- (87) 국제공개번호 WO 2012/106567
 국제공개일자 2012년08월09일
- (30) 우선권주장
 13/021,262 2011년02월04일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2008526406 A
 JP평성05214657 A
 US6951685 B1
 JP2006089898 A

- (73) 특허권자
 허니웰 인터내셔널 인코포레이티드
 미국 뉴저지 07950 모리스 플레인스 테이퍼 로드 115
- (72) 발명자
 탐, 토마스
 미국, 뉴저지 07962-2245, 모리스타운, 피.오.박스 2245, 콜롬비아 로드 101, 허니웰 인터내셔널 인코포레이티드, 특허서비스 엠/에스 에이비/2비분, 마크 벤자민
 미국, 뉴저지 07962-2245, 모리스타운, 피.오.박스 2245, 콜롬비아 로드 101, 허니웰 인터내셔널 인코포레이티드, 특허서비스 엠/에스 에이비/2비코레알, 스티븐 토마스
 미국, 뉴저지 07962-2245, 모리스타운, 피.오.박스 2245, 콜롬비아 로드 101, 허니웰 인터내셔널 인코포레이티드, 특허서비스 엠/에스 에이비/2비
- (74) 대리인
 특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 10 항

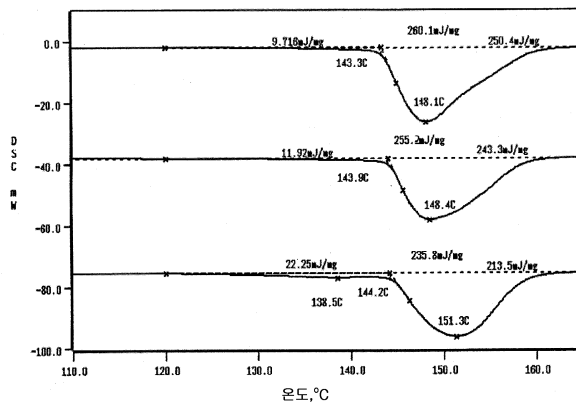
심사관 : 박영민

(54) 발명의 명칭 **초-고 분자량 폴리에틸렌으로부터의 고강도 테이프 물품**

(57) 요약

개선된 특성을 갖는 테이프 물품은 초-고 분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 멀티-필라멘트 안으로 제조된다. 상기 테이프 물품은 분당 10°C의 일정한 속도로 30°C의 온도로부터 200°C의 온도로 상승되는 온도 DSC 스캔으로부터 계산된 바에 따라, 약 0.15 미만의 (120°C 내지 165°C) 커브 아래서의 총 면적에 대한 (120°C 내지 T_m-온셋(onset)) 커브 아래에서의 저온 면적의 비를 갖는다. 또한, 일부 실시예에서, 상기 테이프 물품은 또한, 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장율로 ASTM D882-09에 의해 측정된 경우에, 적어도 약 24g/d(2.06GPa)의 인성을 또한 가질 수 있다. 나아가, 상기 테이프 물품은 소각 x-선 분석으로 측정된 바에 따라, 450옹스트룡(Å)미만의 장 주기를 갖지 않을 수 있다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

초-고 분자량 폴리에틸렌 멀티-필라멘트 양으로 제조되며,

적어도 10:1의 평균 단면 종횡비; 및

분당 10℃의 일정한 속도로 30℃의 온도로부터 200℃의 온도로 상승하는 온도 DSC 스캔에 의해 측정된 바에 따라, (120℃ 내지 165℃) 커브 아래의 총 면적에 대한 (120℃ 내지 T_m-온세트) 커브 아래의 저온 면적의 비가 0.15 미만인, 테이프 물품.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 테이프 물품의 인성은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장률로 ASTM D882-09로 측정되는 경우에, 적어도 24g/d(2.07GPa)인, 테이프 물품.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 테이프 물품은 소각 x-선 분석으로 측정되는 경우에, 450옹스트룡(Å) 미만의 장 주기를 갖지 않는, 테이프 물품.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 테이프 물품은 소각 x-선 분석으로 측정되는 경우에, 450옹스트룡(Å) 미만의 장 주기를 갖지 않는, 테이프 물품.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 테이프 물품의 인성은 적어도 30g/d(2.58GPa)인, 테이프 물품.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 테이프 물품의 인성은 적어도 40g/d(3.45GPa)인, 테이프 물품.

청구항 7

제1항에 있어서,

분당 10℃의 일정한 속도로 30℃의 온도로부터 200℃의 온도로 상승하는 온도 DSC 스캔으로 측정된 바에 따라,

(120℃ 내지 165℃) 커브 아래의 총 면적에 대한 (120℃ 내지 T_m-온세트) 커브 아래의 저온 면적의 비가 0.05 미만인, 테이프 물품.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 테이프 물품은 반투명한, 테이프 물품.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 테이프 물품은 95중량% 초과와 초-고 분자량 폴리에틸렌 함량을 갖는, 테이프 물품.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 테이프 물품은 98중량% 초과와 초-고 분자량 폴리에틸렌 함량을 갖는, 테이프 물품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 현재 계류 중인 2009.8.11일자로 출원된 미국 특허출원 제12/539,185호의 일부계속출원이다.

[0002] 본 기술은 초-고 분자량 폴리에틸렌(UHMWPE, Ultra-High Molecular Weight Polyethylene) 멀티-필라멘트 양으로 제조된 테이프 물품에 관한 것이며, 또한, 이러한 테이프 물품으로부터 제조될 수 있는 직물, 라미네이트 및 내충격성 재료에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 내충격성(impact resistance) 및 내관통성(penetration resistant) 재료는 스포츠 장비, 안전 의류 그리고 가장 중요하게는, 개인용 방탄복과 같은 많은 용도에 사용된다.

[0004] 다양한 섬유-보강된 구조체가 내충격성, 방탄성 및 내관통성 물품, 예컨대 헬멧, 패널 및 조끼에 사용되는 것으로 알려져 있다. 이들 물품은 발사체 또는 나이프로부터의 충격에 의한 관통에 대한 다양한 정도의 저항성을 나타내며, 가변적인 단위 중량당 유효도(degrees of effectiveness)를 갖는다.

[0005] 예를 들어, 방탄성 효율의 척도는 목적 면적의 단위 밀도당 발사체로부터 제거되는 에너지이다. 이는 "SEA"로 약칭되며, 단위가 Kg/m² 당 줄(Joules) 또는 J-m²/Kg인 비에너지 흡수(Specific Energy Absorption)로 알려져 있다. 섬유 구조체의 SEA는 구성성분인 섬유의 파괴 에너지(energy-to-break), 인장 모듈러스 및 강도(strength)가 증가함에 따라 일반적으로 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나, 다른 요소, 예컨대, 섬유상 보강물 형태가 관여될 수 있다. 미국 특허 제4,623,574호는 모두 초-고 분자량 폴리에틸렌(UHMW PE)인, 리본-형태의 보강물 구조로 된 복합체 대 멀티-필라멘트 양을 사용한 것의 탄도 효율 비교를 제시한다. 상기 섬유는 상기 리본보다 큰 인성(tenacity)을 가졌다: 30그램/데니어(g/d)(2.58GPa) 대 23.6g/d(2.03GPa). 이에 불구하고

고, 리본으로 제조된 복합체의 SEA는 얇으로 제조된 복합체의 SEA보다 다소 높았다. 따라서, 미국 특허 제 4,623,574호는 리본-형태의 보강물로 제조된 복합체가 방탄성 복합체 제조에 멀티-필라멘트 얇 보다 효과적일 수 있음을 나타낸다.

[0006] UHMWPE 멜트-블로운 필름의 일 제조예는 Takashi Nakahara 등의, "Ultra High Molecular Weight Polyethylene Blown Film Process," ANTEC 2005, 178-181 (2005)에 제시된다. 상기 방법으로 제조된 필름은 고강도 테이프 로 제조하기 위해 길게 잘라서(slit) 연신(drawn)되었다. 상기 스트레치 블로운된 필름으로 제조된 테이프의 인성은 200g/d(1.72GPa) 미만이었다.

[0007] U.S. 특허 제5,091,133호; 제5,578,373호; 제6,951,685호; 제7,740,779호는 상승된 온도에서 압축하여 입자들을 결합시켜 연속 시트가 되게 한 후, 추가로 압축 및 스트레치되는 폴리에틸렌 분말을 개시한다. 미국 특허 제5,091,133호는 3.4GPa의 인장 강도를 갖는 상기 후자의 공정으로 제조된 섬유를 기술한다. 이와 같이 제조된 폴리에틸렌 테이프는 BAE Systems에서 상표 TENSYLON[®]으로 상업적으로 이용할 수 있다. TENSYLON[®] 웹 사이트에서 보고된 최고 인성은 19.5g/d(1.67GPa의 인장강도)이다.

[0008] Spectra[®] 섬유로 제조된 UHMWPE 복합체를 제조하는 것을 기술하고 있는 예는 Yachin Cohen 등의 "A Novel Composite Based on Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene," Composites Science and Technology, 57, 1149-1154 (1997)에 제공된다. 장력(tension)하에서 Spectra[®] 섬유는 섬유 표면이 팽윤되고 프리프레그 (preg)를 형성하는 동안 섬유 사이에 접착력을 향상시키기 위해 용매로 처리된다. 그 후, 상기 얇 프리프레그는 일 방향의 층을 형성하도록 플레이트 상에 권취되고, 이는 그 후에 가압 및 열처리되고, 용매가 제거되어 미리 용해된 섬유 표면으로 부터 형성된 재-결정화된 UHMWPE 매트릭스에서 UHMWPE 섬유를 포함하는 복합 시트 재료로 형성된다. 상기 연구자들은, UHMWPE의 독특한 특성이 이것이 UHMWPE 섬유와 함께 사용되는 매트릭스 재료로서 적합한 후보가 되도록 한다; 그러나, 이는 몇 가지 이유로 인하여, 이들의 용매계 공정의 사용 전에는 가능하지 못하였다: 1) 상기 배향된 UHMWPE 섬유와 비배향된 UHMWPE 매트릭스의 너무 적은 용융 온도 차이, 2) UHMWPE의 너무 높은 용융 점도로 인한, 복합 재료를 형성하는 성형 공정에서의 무시해도 될 정도의 용융 흐름(melt flow)의 생성, 3) UHMWPE 매트릭스에 대한 미처리된 UHMWPE 섬유의 비교적 불량한 접착력.

[0009] 미국 특허 제5,135,804호는 가압(pressing) 전에, 어떠한 용매 또는 수지 처리없이, 일 방향으로 정렬된 겔-스핀(gel-spun) 폴리에틸렌 섬유를 가열 및 가압함으로써 제조되는, 고강도 플라크(plaques)를 기술한다. 예시적인 플라크는 섬유를 3-인치 정사각형의 금속 플레이트 둘레에 권취하고 그 후에, 가열된 프레스에서 상기 어셈블리를 수 분 동안 가압함으로써 형성되었다. 상기 뜨거운-가압된 UHMWPE 플라크는 실질적으로 공동(void)이 없고 본질적으로 투명하였다.

[0010] 미국 특허 제5,628,946호는 중합체 섬유의 일부를 선택적으로 용융시키기에 충분한 상승된 온도에서 먼저 열가소성 중합체 섬유를 서로 접촉되도록 가압하고 그 후에, 상기 재료가 추가적으로 통합되도록 상승된 온도에서 제2의 더 높은 압력으로 가압하여, 열가소성 중합체 섬유로부터 제조된 균일한 중합성 모노리스를 기술하고 있다. Spectra[®] 섬유로부터 제조된 3mm x 55mm x 55mm 크기의 모노리스 시트의 예가 제시되어 있으며, 여기서, 일방향으로 배열된 섬유 번들이 몰드에서 152℃에서 10분 동안 제1 압력으로 가압되고 30 초 동안 더 높은 압력으로 가압되었다. 가압된 시트의 DSC 트레이스(trace)는 본래의 섬유의 용융으로 형성된 약 35%의 '제2 상'을 나타내었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 일반적으로, 본 기술은 초-고 분자량 폴리에틸렌 멀티-필라멘트 양으로 제조된 테이프 물품에 관한 것이다. 본 기술의 테이프 물품은 고도로 배향된(highly oriented) UHMWPE 멀티-필라멘트로부터, 고강도의 양이 테이프 물품에 실질적으로 보유되어 있도록, 연속 공정으로 제조될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 일 견지에 있어서, 초-고 분자량 폴리에틸렌 멀티-필라멘트 양으로 제조된 테이프 물품이 제공되며, 여기서 테이프 물품은 적어도 약 10:1의 평균 단면 종횡비(average cross-sectional aspect ratio) 및 분당 10℃의 일정한 속도로 30℃의 온도로부터 200℃의 온도로 상승되는 온도 DSC 스캔으로부터 계산된 바에 따라, 약 0.15 미만의 (120℃ 내지 165℃) 커브 아래의 총 면적에 대한 (120℃ 내지 T_m-온세트(onset)) 커브 아래의 저온 면적의 비를 갖는다. 일부 실시예에서, 상기 테이프 물품은 또한, 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장율(extension rate)로 ASTM D882-09에 의해 측정된 경우에, 적어도 약 24g/d(2.07GPa)의 인성(tenacity)을 또한 가질 수 있다. 나아가, 상기 테이프 물품은 소각 x-선 분석으로 측정된 바에 따라, 450옹스트롬(Å)미만의 장주기(long period)를 갖지 않을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 특정한 예는 설명 및 기술의 목적으로 선택되었으며, 명세서의 일부를 이루는 첨부된 도면에 나타낸다.

도 1은 X-축은 온도(℃), Y-축은 DSC mW 그리고 계산된 면적은 mJ/mg로 나타낸, 본 기술의 테이프 물품으로 제조된 3개의 시험 샘플에 대한 DSC 데이터를 나타낸다.

도 2는 X-축은 온도(℃), Y-축은 DSC mW 그리고 계산된 면적은 mJ/mg로 나타낸, 상업적으로 이용가능한 테이프 물품으로부터 제조된 비교 시험 샘플에 대한 DSC 데이터를 나타낸다.

도 3은 상업적으로 이용가능한 테이프 물품으로 제조된 비교 시험 샘플에 대한 자오선(meridional) SAXS 세기 커브를 나타낸다.

도 4는 본 기술의 테이프 물품으로 제조된 시험 샘플에 대한 자오선 SAXS 세기 커브를 나타낸다.

도 5는 본 기술에 의한 테이프 물품의 단면의 SEM 현미경 사진을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 테이프 물품은, 테이프 물품이 다양한 목적으로 절단되는 경우에, 길이가 실질적으로 감소될 수 있으나, 폭보다 큰 길이, 바람직하게는 적어도 상기 테이프 물품이 제조되는 경우에, 폭보다 실질적으로 큰 길이를 갖는, 실질적으로 평평한 신장체(elongate article)로 규정된다.

[0015] 본 기술의 테이프 물품은 이들의 폭에 의해 현재 알려져 있는 테이프와 차별화 될 수 있다. 예를 들어, 상당한 길이의 공지의 테이프는 폭이 최대 6mm로 기술된다. 반면에, 본 발명의 테이프 물품은 약 10mm 보다 큰, 약 100mm 보다 큰 또는 약 1000mm 보다 큰 폭을 가질 수 있다.

[0016] 테이프 물품의 높이 또는 두께는 예를 들어, 약 0.5밀리미터 미만, 약 0.25밀리미터 미만, 약 0.1밀리미터 미만, 또는 약 0.05밀리미터(2mils) 미만일 수 있다. 상기 높이는 상기 테이프 물품의 단면의 가장 두꺼운 영역에서 측정될 수 있다.

[0017] 일부 예에서, 테이프 물품은 적어도 약 10:1의 평균 단면 종횡비를 가질 수 있다. 평균 단면 종횡비는 단면의 가장 큰 치수 대 가장 작은 치수의 비이며, 이는 일반적으로 테이프 물품의 길이에 대하여 평균된, 폭 대 높이의 비이다. 예를 들어, 평균 단면 종횡비는 테이프 물품의 길이를 따라 적어도 3개의 위치에 대하여 측정된 단면 종횡비를 평균하여 결정될 수 있다. 일부 예에서, 테이프 물품은 적어도 약 20:1, 적어도 약 50:1, 적어도 약 100:1, 적어도 약 250:1, 적어도 약 400:1 또는 적어도 약 1000:1의 평균 단면 종횡비를 가질 수 있다. 일

부 예에서, 테이프 물품은 그 길이를 따라 일정한 단면 중횡비를 가질 수 있다. 다른 예에서, 테이프 물품은 그 길이를 따라 무작위의 또는 선택된 빈도의 가변적인 단면 중횡비를 가질 수 있다.

[0018] 상기 테이프 물품의 단면은 이로써 제한하는 것은 아니지만, 직사각형, 타원형, 다각형, 불규칙한 형태 또는 상기한 폭, 두께 및 단면 중횡비 특성을 만족하는 어떠한 다른 형태를 포함하는 어떠한 적합한 형태일 수 있다. 일 예에서, 상기 테이프 물품은 정확한 또는 일정한 치수를 제조하는 공정의 제약을 고려할 때 일부 불규칙성이 허용되는, 직사각형이거나, 또는 필수적으로 또는 본질적으로 직사각형인 단면을 가질 수 있다. 다른 예에서, 상기 테이프 물품은 길이를 따라, 무작위하게 또는 선택된 빈도로 변화하는, 가변적인 단면 형태를 가질 수 있다. 또한, 상기 테이프 물품은 그 길이를 따라 무작위하게 또는 선택된 빈도로 변화하는 통합을 갖는, 가변적인 섬유 통합(fiber consolidation) 수준을 가질 수 있다. 섬유 통합은 UHMWPE의 섬유 또는 필라멘트가 서로 융합되는 정도를 말한다.

[0019] 본 기술의 섬유 테이프 물품은 UHMWPE 섬유, 또는 필라멘트로 형성될 수 있으며, 그리고 바람직하게는 UHMWPE 멀티-필라멘트 양으로 형성된다. 테이프 물품을 형성하는 원료로 선택된 UHMWPE 양은 어떠한 적합한 방법으로 제조될 수 있다. 예를 들어, 선택된 UHMWPE 양은 "겔 방사(gel spinning)"로 제조될 수 있다. 겔 방사된 UHMWPE 양은 예를 들어, 상표명 SPECTRA[®]로 Honeywell International로부터, 상표명 DYNEEMA[®]로 DSM N.V. 및 Toyobo Co. Ltd. 등으로부터 상업적으로 이용할 있다. 다른 예로서, 선택된 UHMWPE 양은 용융 방사로 제조될 수 있다. 이러한 용융 방사 공정 중 한가지는 미국 공개 제 20100178503에 기술되어 있으며, 이의 공개사항은 전체가 본원에 참고로 포함된다.

[0020] 본 기술의 테이프 물품 제조에 대한 원료로서 선택된 UHMW PE 양은 ASTM D1601-99에 의해 135℃의 테칼린에서 측정된 경우에, 약 7d1/g 내지 약 40d1/g, 약 10d1/g 내지 약 40d1/g, 약 12d1/g 내지 약 40d1/g, 또는 약 14d1/g 내지 35d1/g의 고유 점도를 가질 수 있다.

[0021] 테이프 물품의 원료로서 선택된 UHMW PE 양은 고배향(highly oriented)된다. 고배향 UHMW PE 양은 적어도 약 0.96, 바람직하게 적어도 약 0.97, 보다 바람직하게는 적어도 약 0.98 그리고 가장 바람직하게 적어도 약 0.99의 c-축 배향 함수(c-axis orientation function)를 갖는 것으로 정의된다. c-축 배향 함수(fc)는 폴리에틸렌에 적용되는 바와 같이, Correale, S. T. & Murthy, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 101, 447-454 (2006)에 기술되어 있는 광각 X-선 회절법(wide angle x-ray diffraction method)으로 측정될 수 있다. 상기 문헌에 개시되어 있는 바와 같이, c-축 배향 함수는 섬유 방향과의 분자쇄 방향의 정렬도에 대한 기술이며 다음의 방정식으로부터 계산된다:

$$f_c = \frac{1}{2}(3 \langle \cos^2 \theta \rangle - 1)$$

[0022]

[0023] 상기 식에서 θ 는 폴리에틸렌 결정(분자쇄 방향)의 c-축과 섬유 방향 사이의 각이며, 삽입 기호(carets)는 이들 사이의 양의 평균을 나타낸다.

[0024] "c" 결정축과 섬유 방향 사이의 각의 평균 코사인은 잘 알려져 있는 x-선 회절법으로 측정될 수 있다. 분자쇄 방향이 섬유 축과 완전히 나란하면, 폴리에틸렌 섬유는 $f_c=1$ 을 가질 것이다.

[0025] 테이프 물품의 원료로서 선택된 UHMW PE 양은 약 15g/d(1.29GPa) 내지 약 100g/d(8.62GPa), 약 25g/d(2.15GPa) 내지 약 100g/d(8.62GPa), 약 30g/d(2.59GPa) 내지 약 100g/d(8.62GPa), 약 35g/d(3.02GPa) 내지 약 100g/d(8.62GPa), 약 40g/d(3.45GPa) 내지 약 100g/d(8.62GPa), 또는 약 45g/d(3.88GPa) 내지 약

100g/d(8.62GPa)의 인성을 가질 수 있다.

- [0026] 테이프 물품의 원료로서 선택된 UHMW PE 얇은 꼬이지 않거나(untwisted), 꼬일(twisted) 수 있다. 바람직하게, 선택된 UHMW PE 얇은 1인치 길이당 약 3회전 미만의 꼬임(twist)을 갖는다.
- [0027] 선택된 UHMW PE 얇은 미국 특허 제4,819,458호에 기술되어 있는 방법으로 추가적으로 열 처리(heat set)될 수 있으며, 상기 특허문헌은 본원과 상용성이 있는 정도에서 본원에 참고로 포함된다.
- [0028] 상기 선택된 UHMW PE 얇은 비결합된(unconnected) 필라멘트로 구성될 수 있거나, 상기 필라멘트는 융합(fusion) 또는 본딩(bonding)에 의해 적어도 결합될 수 있다. UHMW PE 얇 필라멘트의 융합은 미국 특허 제5,540,990호, 제5,749,214호, 및 제6,148,597호에 기재된 바와 같이, 열 및 장력(tension)의 사용, 또는 열 및 장력에 노출되기 전에 용매 또는 가소성 재료의 적용과 같은, 어떠한 적합한 방식으로 달성될 수 있으며, 상기 특허문헌은 본원과 상용성이 있는 정도에서 본원에 참고로 포함된다.
- [0029] 본 기술의 테이프 물품은 다양한 특성에 의해 입증되는 바와 같이, 현재 알려져 있는 테이프 물품에 비하여 향상된 물성을 갖는다. 예를 들어, 분당 10℃의 일정한 속도로 30℃의 온도로부터 200℃의 온도로 증가시키는 온도 DSC 스캔으로부터 계산되는 경우에, 상기 테이프 물품은 바람직하게는 약 0.15미만, 그리고 보다 바람직하게는 약 0.05미만의 (120℃ 내지 165℃) 커브 아래의 총 면적에 대하여 (120℃ 내지 Tm-온세트) 커브 아래의 저온 면적의 비를 갖는다. 상기 Tm-온세트는 ASTM F2625-10에 따라, 용융 흡열(melting endotherm)에 대해 탄젠트인 피크 온도 및 이것과 작성된 베이스라인과의 교차로부터 그어진 라인으로부터 결정될 수 있다. 또한, 바람직하게, 테이프 물품은 소각 X-선 분석으로 측정된 바와 같이, 450옹스트롬(Å) 미만의 장 주기를 갖지 않는다. 이들 특성을 측정하기 위해 사용될 수 있는 방법이 아래에 제시된다. 이들 특성은 단독으로 또는 조합하여, 고강도 멀티-필라멘트 얇으로부터 제조된 테이프 물품이 바람직하게 적은 함량의 재결정화된 폴리에틸렌 함량을 갖는지를 표시하는데 사용될 수 있다. 재결정화된 폴리에틸렌 함량은 일반적으로 테이프 물품의 제조 도중에 폴리에틸렌 섬유의 표면 용융 및 후속적인 재결정화에 기인할 수 있다. 이는, 본 기술의 테이프 물품에 바람직한, 재결정화된 폴리에틸렌 함량이 소량인 UHMWPE 테이프 물품, 특히, 잘 통합되고 공극이 없거나 또는 실질적으로 공극이 없는, UHMWPE 테이프 물품을 형성하는데 적합하지 않은 것으로 예상된다. 공극은 테이프 물품에 호울(holes)로 존재하며, 공극은 상기 테이프 제조시에 사용된 필라멘트 또는 섬유 사이의 스페이스로부터 일반적으로 기인할 수 있다. 공극이 없는 또는 실질적으로 공극이 없는 테이프 물품은 반투명한 또는 투명한 광학적 외관을 가질 수 있으며, 반면에, 상당한 공극 함량을 갖는 테이프는 빛을 산란시키는 경향이 있으며, 따라서, 불투명한 광학적 외관을 형성한다. 일부 예에서, 본 기술의 테이프 물품은 반투명할 수 있으며, 따라서, 이를 통해 빛이 분산(diffuse)된다. 본 기술의 일부 테이프 물품은 심지어 투명할 수 있으며, 따라서, 광학적으로 투명한 외관을 제공한다. 도 5는 본 기술에 의한 테이프의 단면의 SEM 현미경 사진을 나타낸다. 본래의 얇 필라멘트는 이들 사이에 스페이스가 관찰되지 않도록 고도로 통합되었다. 상기 필라멘트는 공극 없이 서로 빽빽하게 패킹(packed)되도록, 이들 본래의 단면 형태로부터 변형되었다. 종래의 기술과 달리, 필라멘트 사이의 공극을 채우기 위해 수지 또는 첨가제를 필요로 하지 않거나 또는 필라멘트를 서로 본딩시키는 도움을 필요로 하지 않으며, 필라멘트는 서로 가까이 접촉됨으로, 필라멘트를 서로 본딩하여 충분한 기계적 일체성을 갖는 테이프 물품을 형성하기 위해, 매우 적은 재결정화된 폴리에틸렌 함량이 요구된다. 어떠한 특정한 이론에 의해 제한되는 것은 아니지만, 재결정화된 폴리에틸렌 함량의 감소는 고강도 멀티-필라멘트 얇으로부터 형성된 테이프 물품에서 개선된 강도 보유를 가능하도록 한다. 이와 대조적으로, 멀티-필라멘트 얇으로 제조된 현재 알려져 있는 테이프 물품은 테이프 물품의 제조시에 사용된 열 처리 또는 용매 처리의 결과로 상당한 양의 재결정화된 폴리에틸렌 함량을 갖는다.
- [0030] 본 기술의 물품은 또한, 이들의 치수 및 특히 이들의 길이가 현재 알려져 있는 테이프와 차별화될 수 있다. 예를 들어, 많은 공지의 테이프는 개별적인 또는 배치 공정, 예컨대 섬유를 금속 플레이트 주위에 권취하고, 이를 가열된 프레스에 위치시켜서 특정한 치수의 통합된 시트, 플라크 또는 패널을 형성함으로써 형성되는 것으로 기술되어 있다. 이와 달리, 본 기술의 테이프 물품은 상당한 길이를 갖는 테이프 물품이 되도록 하는 연속 공정

으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 본 기술의 테이프 물품은 약 1 미터보다 큰, 약 5 미터보다 큰, 또는 약 10 미터보다 큰 길이를 가질 수 있다. 일부 예에서, 본 기술의 테이프 물품은 최대 100 미터 또는 이보다 긴 길이일 수 있으며, 저장하기 위해 스펠에 권취될 수 있다.

[0031] 본 기술의 테이프 물품은 복합체 분야에 통상적으로 사용되는 소위 "프리프레그"로 불리는 것과 비교될 수 있다. 프리프레그는 연속적인 길이의 고강도 섬유를 수지로 코팅하며 예비-함침된 테이프 물품을 형성함으로써 종종 제조되며, 상기 예비-함침된 테이프 물품은 장래에 사용하도록 말아서 저장될 수 있다. 사용되는 수지의 양은 일반적으로 테이프 물품의 약 10중량% 이상이다. 그 후, 상기 프리프레그는 말렸던 것을 펴서 필라멘트 권취 공정(filament winding process), 테이프 레이잉 공정(tape laying process) 또는 다른 공정에 의해 성형된 물품으로 형성될 수 있다. 본 기술의 테이프 물품은 긴 길이를 장래에 사용하기 위해 저장될 수 있어야 하므로, 유사한 방식으로 사용될 수 있으며, 공지의 복합체 제조 공정을 사용하여 단순한 형태 또는 컴플렉스 형태로 형성될 수 있다. 프리프레그와 마찬가지로, 본 기술의 테이프 물품은 또한 제직 구조체(woven structures)로 형성될 수 있다.

[0032] UHMWPE 섬유를 수지로 코팅하여 프리프레그를 형성할 수 있지만, UHMWPE는 대부분의 수지와 낮은 본딩 강도를 나타내며, 그 결과, 상기 수지 함량이 이러한 프리프레그로 제조되는 복합 구조체의 강도를 감소시킬 수 있으므로, 테이프 물품을 형성하는데 가장 바람직한 것은 아닐 수 있다. 본 기술의 테이프 물품을 사용하는 것은, 본딩 수지를 필요로 하지 않으므로, 이러한 본딩 수지의 사용에 기인한 강도 손실을 방지할 수 있다. 본 기술의 테이프 물품은 바람직하게는 본딩 수지(bonding resin)를 포함하지 않거나, 또는 상당한 양의 본딩 수지를 포함하지 않으며, 또한, 실질적인 양의 다른 첨가제를 포함하지 않는다. 따라서, 본 기술의 테이프 물품은 상기 테이프 물품의 약 100중량%에 가까운 또는 최고 약 100중량%의 UHMWPE 함량을 가질 수 있다. 일부 예에서, 본 기술의 테이프 물품은 상기 테이프 물품의 약 95중량%를 초과하는 또는 상기 테이프 물품의 약 98중량%를 초과하는 UHMWPE 함량을 가질 수 있다. 일부 예에서, 공중합체가, 본 기술의 테이프 물품이 형성될 수 있는, 섬유의 형성에 UHMWPE와 함께 사용될 수 있다. 이러한 예에서, 본 기술의 테이프 물품은 테이프 물품의 약 95중량%를 초과하는 또는 상기 테이프 물품의 약 98중량%를 초과하는 섬유 함량을 가질 수 있으며, 바람직하게는 상기 테이프 물품의 약 90중량%를 초과하는 UHMWPE 함량을 가질 수 있다.

[0033] 본 기술의 테이프 물품의 강도는 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/min의 신장률에서 ASTM D882-09를 사용하여, 테이프 물품의 인성을 측정함으로써 결정될 수 있다. 일부 예에서, 본 기술의 테이프 물품은 약 24g/d(2.07GPa) 미만, 약 24g/d(2.07GPa), 또는 바람직하게는 적어도 약 24g/d(2.07GPa), 이로써 제한하는 것은 아니지만, 적어도 약 30g/d(2.58GPa), 또는 적어도 약 40g/d(3.45GPa)의 인성을 가질 수 있다.

[0034] 본 기술의 테이프 물품은 어떠한 적합한 공정으로 제조될 수 있다. 일반적으로, 본 기술의 테이프 물품을 제조하는 방법은 적어도 하나의 폴리에틸렌 멀티-필라멘트 양을 선택하는 것으로 시작될 수 있다. 상기 폴리에틸렌 멀티-필라멘트 양은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/min의 신장률에서 ASTM D2256-02를 사용하여 측정된 바에 따라, 약 15g/d(1.29GPa) 내지 약 100(8.62GPa)의 인성을 가질 수 있다. 바람직하게는, 상기 폴리에틸렌 멀티-필라멘트 양은 또한, ASTM D1601-99에 의한 135°C의 데칼린에서 측정된 경우에 약 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도(IV) 및/또는 적어도 0.96의 c-축 배향 함수를 가질 수 있다. 상기 방법은 상기 양을 장력(tension) 하에서, 약 100°C 내지 약 160°C의 온도에서 하나 이상의 가열된 영역을 통과시키는 단계 및 상기 가열된 양을 적어도 1회 스트레칭하여 상기 양의 강도를 유지 또는 증가시키는 것을 포함할 수 있다. 그 후, 상기 방법은 상기 가열, 스트레칭된 양을 종방향 장력(longitudinal tensile force)하에 놓고, 상기 양이 약 100°C 내지 약 160°C의 온도에서 평평화, 통합 및 압축되도록, 상기 양을 적어도 1회의 횡 압축하는 단계(transverse compression step)를 행하여 이에 따라, 적어도 약 10:1의 평균 단면 종횡비를 갖는 테이프 물품을 형성하는 것을 포함한다. 일부 예에서, 초기 형성 후에, 상기 테이프 물품은 약 130°C 내지 약 160°C의 온도에서 적어도 1회 임의로 스트레칭될 수 있으며, 이는 상기 테이프 물품의 강도를 증가시킬 것이다. 그 후, 상기 테이프 물품은 종방향 장력하에서 약 70°C 미만의 온도로 냉각될 수 있다. 마지막으로, 마감처리된 테이프 물품은 저장하기 위해 패키징, 예컨대 스펠에 권취될 수 있거나 또는 성형된 물품을 형성하도록 다른 공정으로 이송

될 수 있다.

[0035] 측정방법

[0036] 소각 X-선 산란(SAXS)

[0037] 소각 X-선 분석을 행하고, 테이프 물품이 450(Å) 미만인 장 주기를 갖지 않는지를 측정하는 한가지 방법을 이하에서 설명한다. 소각 X-선 산란을 행함에 있어서, 어떠한 적합한 장치가 사용될 수 있다. 적합한 장치는 최고 450Å의 산란 피크를 해상(resolve)할 수 있어야만 한다.

[0038] 2가지 시험 샘플이 제시되었다. 하나의 시험 샘플은 상표명 Tensylon[®]로 판매되는 공지의 테이프 물품으로 제조된, 비교 샘플이었다. 다른 샘플은 본 기술의 테이프 물품으로 제조되었다. 소각 X-선 산란은 2개의 0.15° 핀홀을 사용한 핀홀 시준 배치(pinhole collimation configuration)에서 광학대(optical bench)로서, Rigaku 소각 산란 고니오미터(goniometer)를 사용하여 각각의 시험 샘플에 대하여 행하였다. 고니오미터는 45kV 및 30mA에서 작동하는 구리 (Cu) 미세 포커스 X-선 튜브(fine focus x-ray tube)가 구비된 Rigaku DXR3000 제너레이터(generator) 상에 탑재되었다. 구리 (Cu) 방사선(radiation)은 니켈(Ni) 호일 필터를 사용하여 단색화(monochromize)되었다. 데이터는 MBraun GmbH에서 제조된 OED-50-M Location (linear) Sensitive Proportional Counter를 사용하여 수집되었으며, 이는 각각의 시험 샘플로부터 약 330mm의 거리에 탑재되었다. 각각의 시험 샘플에 대하여, 공기에 의한 X-선의 어떠한 산란이 최소화되도록, 300mm 길이의 진공 경로가 상기 샘플과 상기 검출기 사이에 놓여졌으며, 가능한 한 카운터(counter)에 가까이 위치되었다. 1.5mm 폭의 빔 스탑 (beam stop)이 상기 카운터에 가능한 한 가까이, 상기 진공 경로의 말단에 위치하였다.

[0039] 테이프 물품의 긴 스트립으로 구성되는 각각의 시험 샘플을 기계 방향 또는 테이프 방향과 평행하게 절단하고 샘플 홀더 둘레에 평행하게 수직의 층 두께로 권취하였다. 스트립의 길이 및 홀더 오프닝의 직경은, 샘플에서의 직경이 1.5mm미만인, 시준된 빔(collimated beam)보다 크기만 하면, 핀홀 시준(pinhole collimation)을 사용하는 상기 방법에서 중요하지 않다. 그러나, 본원에서 기술된 측정에 사용되는 스트립의 길이는 약 2.5cm였으며, 상기 샘플 홀더 오프닝의 폭은 5mm였다. 각각의 시험 샘플은 자오선 방향(meridional direction)으로 또한 칭하여지는, 기계 방향이 OED-5-M 카운터에서 검출기 와이어에 대하여 평행하도록, 소각 고니오미터 상에 탑재되었다. 상기 데이터는 1 내지 4 시간 동안 수집되었다. 상기 빔 스탑 주위의 기생하는 산란은, 샘플을 사용하지 않는 동일한 조건하에서 기준 데이터 세트(reference data set)를 수집하고, 상기 샘플의 데이터에서 흡수 효과를 수정한 후에, 각각의 시험 샘플에 대한 데이터로부터 상기 기준 데이터를 뺄으로써 데이터로부터 제거하였다. X-레이에서 샘플의 양으로 인한 흡수 효과는 시험 샘플을 사용하여 그리고 시험 샘플을 사용하지 않고, 스테아르산 납(lead sterate)의 0.5nm 회절 피크의 감쇠를 측정함으로써 측정되었다.

[0040] 장 주기(long period)는 폴리에틸렌의 결정성 구조, 예컨대 라멜라 구조의 주기적인 스페이스로 인한 산란 피크로서 측정될 수 있다. 분석은 Jandel Scientific's PeakFit 소프트웨어를 사용하여 상기 데이터를 프로파일 피팅(profile fitting)함으로써, 기생 산란을 제거한 후에, 각각의 시험 샘플에 대한 소각 X-선 산란 데이터로부터 어떠한 이러한 산란 피크를 해상하여 행하였다. 장 주기 피크는, 산란각에 대하여 나타낸 세기(intensity) 데이터에서 최대값으로서, 또는 산란각이 증가함에 따라 감소되는 부드럽고 연속적으로 변하는 세기보다 높은 세기 데이터에서의 증가로서 확인되었으며, 이는 세기 데이터에서 통계학적 노이즈보다 큰 높이 및 폭을 갖는 피크로서 해상될 수 있다. 상기 산란 피크는 외삽 형태의 백그라운드(exponential shaped background)에서 Lorentz 피크 형태를 사용하여 피팅되었다.

[0041] 결정성 라멜라의 스페이스의 장 주기는 Bragg의 법칙을 사용하여 최대 산란 피크의 각으로부터 측정되었다.

$$d = n\lambda / (2\sin\theta)$$

(방정식 1)

[0042]

[0043]

상기 식에서, d는 장 주기의 스페이스, n은 반사의 차수(the order of the reflection), λ는 Cu Kα_{1,2} 방출 라인의 파장, 그리고 θ는 산란각이다.

[0044]

도 3은 약 380Å의 평균 장 주기를 나타내는 피크를 해상할 수 있는, Tensylon[®] 테이프의 비교 샘플에 대한 자오선 SAXS 세기 커브를 나타낸다. 도 4는 피크가 해상될 수 없으며, 따라서, 450(Å) 미만의 장 주기를 나타내지 않는, 본 기술에 의한 테이프 물품의 시험 샘플에 대한 자오선 SAXS 세기 커브를 나타낸다.

[0045]

테이프의 차등 주사 열량 측정법(DSC)

[0046]

(120℃ 내지 165℃) 커브 아래 부분의 총 면적에 대한 (120℃ 내지 T_m 온세트) 커브 아래 부분의 저온 면적의 비를 측정하는 한가지 방법은 분당 10℃의 일정한 속도로 30℃의 온도에서 200℃의 온도로 증가하는 온도 DSC 스캔으로부터 상기 비율을 계산하는 것이며, 이는 아래에 기술된다.

[0047]

3개의 테스트 샘플이 본 기술의 테이프 물품으로 제조되고 시험되었다. 모든 3개의 시험 샘플에 대한 DSC 데이터 도 1에 나타내었으며, 여기서 X-축은 온도(℃) 그리고 Y-축은 DSC mW이다. 비교 시험 샘플은 상표명 Tensylon[®]로 판매되는 테이프 물품으로부터 제조되었으며, 또한 시험되었다. 비교 시험 샘플에 대한 DSC 데이터를 도 2에 나타낸다.

[0048]

각각의 시험 샘플은 시편이 알루미늄 샘플 팬의 바닥에 평평하게 놓이도록 그리고 시편의 에지가 알루미늄 샘플 팬의 벽을 건드리지 않도록, 상기 테이프 물품으로부터 다수의 시편을 잘라서 제조하였다. 각각의 시편은 어떠한 치수가 5mm 미만이었으며, 특히 어떠한 치수가 약 3mm 내지 약 5mm 이었다. 주어진 테이프 물품의 다수의 시편이, 시편의 총 중량이 약 5mg이 될 때까지 팬에 적층되었으며, 적층된 시편은 해당하는 시험 샘플로 사용되었다. 상기 시험 샘플을 형성하기 위해 적층된 시편의 수는 약 5mg의 원하는 시편 중량을 얻도록 달라질 수 있다. 상기 샘플 팬에 대한 평평한 알루미늄 커버는 상기 시험 샘플의 위에 놓고, 상기 팬의 정반대의 2개의 마주보는 사이트에 대한 벽의 가장자리는, 상기 커버와 시험 샘플이 제자리에 유지되도록, 미세 포인트 트위저를 사용하여 접어서 2개의 작은 펀치 포인트를 생성시켰다. 가열되는 동안, 시험 샘플에 대한 어떠한 압력이 형성되고, 시험 샘플을 제약하는 방식으로, 상기 커버는 놓이지 않고, 상기 알루미늄 샘플 팬은 클 또는 형성될 수 있는 어떠한 압력이 시험 샘플을 저지(crimp)되거나 밀봉되지 않았다. 커버를 갖는 동일한 빈 알루미늄 샘플 팬이 기준(reference)으로 제조되었다. 온도를 증가시키는 DSC 스캔은 Seiko Instruments Inc.에서 제조된 RDC220을 사용하여 수집되었다. 상기 DSC 데이터 수집은 30℃의 온도에서 시작되었으며, 질소 가스 흐름 환경에서, 분당 10℃의 일정한 속도로 온도를 200℃로 올리면서 계속되었다.

[0049]

각각의 샘플에 대하여, DSC 데이터는, 전형적인 열 플러스 DSC의 흡열 용융 피크 또는 피크들의 방향이 아래로 지적됨에 따라, 증가하는 밀리와트(mW) 대 증가하는 온도로 나타내었다. 가장 큰 흡열 피크의 온도를 어떠한 다른 피크의 온도와 함께 기록하였다. 베이스라인은 120℃ 내지 165℃에서 그려졌으며, 베이스라인과 피크 또는 피크들 사이의 면적을 측정하였다. 가장 큰 피크의 온세트, T_m-온세트는 제 1 유도곡선(derivative curve)에서의 최대로부터 결정되는 바와 같이, 가장 큰 기울기의 온도에서 최대 피크의 저온 사이드(side)로부터의 외삽된 직선과 70℃에서의 베이스라인으로부터 피팅된 외삽된 라인의 교차로 결정되었다. 단지 하나의 피크가 있더라도, 용융 온도의 온세트를 사용하여, 상기 피크의 부분 면적을 측정하여, 상기 면적을 추가적으로 분할(segment)하였다. 저온 면적은 120℃와 T_m-온세트 사이에서 계산하였으며, 총 면적은 120℃ 내지 165℃에서 계산되었다. 그 후, 저온 면적 대 총 면적의 비를 계산하였다. 본 기술의 시험 샘플에 대한 결과를 하기 표 1에 나타내었으며, "면적(저)"는 저온 면적을 그리고 "면적(총)"은 총 면적을 나타낸다.

표 1

샘플 ID	Tm-온세트 (° C)	면적(저) (J/g)	면적(총) (J/g)	면적(저)/ 면적(총)
1	143.3	9.72	260.1	0.037
2	143.9	11.92	255.5	0.047
3	144.2	22.25	235.8	0.094

[0050]

[0051]

본 기술의 테이프 물품은 저온 피크 아래의 좁은 면적으로 나타내어지는 바와 같이, 낮은 결정화된 폴리에틸렌 함량을 갖는 것이 바람직하다. 상기 특성은 상기 표 1, 특히 샘플 No. 1 및 2로부터 알 수 있으며, 이는 각각 0.05 미만의 저온 면적 대 총 면적의 비를 갖는다. 상업적으로 이용가능한 UHMWPE 테이프는 예를 들어, 도 2에 나타낸 비교 시험 샘플이 약 0.267의 비를 갖는 것과 같이, 매우 높은, 총 면적에 대한 저온 면적의 비를 갖는다.

[0052]

실시에

[0053]

다음의 실시예는 본 기술의 보다 완전한 이해를 제공하도록 제시된다. 특정한 기술, 조건, 재료, 비율 및 보고된 데이터는 본 기술의 원리를 예시적으로 설명하기 위해 제시된 것이며, 본 기술의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다.

[0054]

아래에 언급한 실시예 3-8은 다음의 공정으로 제조되었다. Spectra[®] 얇은 패키지로부터 풀어서 약 1 내지 15 미터/분의 속도로 이송하는 리스트레이닝 롤(restraining rolls)의 표면에 전달하였다. 상기 리스트레이닝 롤을 떠난 얇은 오븐 온도가 100°C 내지 160°C인 뜨거운 공기 오븐에서 가열 및 스트레치되었으며, 상기 스트레치 비는 테이프 물품으로 압축하기 전에 원하는 얇은 강도를 얻기에 충분하도록 선택된 스트레치 비로서, 1.01:1 내지 10:1이었다. 그 후, 가열된 스트레치 얇은 압축의 개시(outset) 및 종료 모두에서 종방향 장력하에서 횡방향으로 압축되었다. 압축 단계의 개시시에 상기 얇은 대한 종방향 장력의 크기는 압축 단계 종료시의 테이프 물품에 대한 종방향 장력의 크기와 실질적으로 같았다. 압축 단계에서 가하여지는 횡방향 압력은, 필라멘트가 테이프 물품이 실질적으로 공극이 없도록 서로 뽁뽁하게 패킹되도록, 상기 얇은 필라멘트를 변형하기에 충분한 선택된 압력으로서, 1 평방인치당 약 50 내지 500 파운드였다. 압축 단계는 얇은 또는 테이프 물품이 파열되지 않고, 얇은 원하는 수준의 융합을 얻을 수 있기에 충분한 선택된 온도인, 130°C 내지 160°C의 온도로 행하여진다. 압축 단계 후에, 형성된 테이프 물품은 130°C 내지 160°C의 온도로 유지되었으며, 선택된 스트레치 비로 스트레치되었다. 선택된 스트레치 비는 원하는 테이프 물품 강도를 얻기에 충분하였다. 테이프 물품의 스트레치 단계 후에, 상기 테이프 물품은 장력하에서 냉각되고 그 후에 테이프 물품을 약 2 내지 75 미터/분의 속도로 이송하는 풀 롤(full rolls)의 표면으로 전달되었다. 상기 풀 롤과 상기 리스트레이닝 롤 사이의 표면 속도 차이가, 상기 2 세트의 롤 사이에서 일어나는 스트레칭 단계 및 압축 단계 동안 상기 섬유 및 상기 테이프에 종방향 인장을 제공하는 것으로 언급된다. 상기 풀 롤을 떠난 후에, 상기 테이프 물품은 튜브 패키지 상에 장력하에 권취되었다.

[0055]

본 기술의 일부 예는 얇은 단일 말단에 대한 것이며, 다른 것은 얇은 다수의 말단을 합쳐서 된 것이었다. 표 2는 상응하는 최종 테이프 단면 치수와 함께 얇은 말단 수 및 테이프 테니어를 포함한다.

표 2

실시예 번호	안 말단의 수	테이프 dtex	테이프 폭 (mm)	테이프 두께 (mm)	테이프 중형비
3	1	1053	3.05	0.038	80:1
4	6	8613	11.94	0.076	157:1
5	1	877	3.85	0.023	167:1
6	4	3190	6.35	0.051	125:1
7	12	19027	12.7	0.165	77:1
8	1	660			100:1

[0056]

[0057] 실시예 1(비교예)

[0058] Takashi Nakahara 등에 의해 "Ultra High Molecular Weight Polyethylene Blown Film Process," ANTEC 2005, 178-181 (2005)에 기술된 방법에 따른 멜트-블로운 필름으로부터 제조된 UHMWPE 필름을 길게 잘라서(slit), 연신(drawn)하였으며 이는 60.5:1의 단면 중형비, 13.1g/d (1.13GPa)의 인성, 0.210의 DSC 저온 면적비 및 X-선 분석에 의한 331옹스트롱의 장 주기를 가졌다.

[0059] 실시예 2 (비교예)

[0060] 가압하에서 필름으로 통합된, UHMWPE 분말로 제조된 Tensylon[®] 테이프를 길게 잘라서 연신하였으며, 40.5:1의 단면 중형비, 19.3g/d(1.66GPa)의 인성, 0.290의 DSC 저온 면적비 및 X-선 분석에 의한 380옹스트롱의 장 주기를 가졌다.

[0061] 실시예 3

[0062] UHMWPE 테이프는 240 필라멘트를 갖는 Spectra[®] 멀티-필라멘트 양으로 제조되었으며, 80:1:1의 단면 중형비, 33.0g/d (2.84GPa)의 인성, 0.048의 DSC 저온 면적비를 가지며, X-선 분석에 의한 장 주기가 없다.

[0063] 실시예 4

[0064] UHMWPE 테이프는 총 1440 필라멘트를 갖는 Spectra[®] 멀티-필라멘트 양으로 제조되었으며, 157:1의 단면 중형비, 31.5g/d(2.71GPa)의 인성, 0.037의 DSC 저온 면적비를 갖는다.

[0065] 실시예 5

[0066] UHMWPE 테이프는 240 필라멘트를 갖는 Spectra[®] 멀티-필라멘트 양으로 제조되었으며, 167:1의 단면 중형비, 40.9g/d(3.52GPa)의 인성을 가졌으며, 0.035 미만의 DSC 저온 면적비를 가질 것으로 예상되었다.

[0067] 실시예 6

[0068] UHMWPE 테이프는 총 960 필라멘트를 갖는 Spectra[®] 멀티-필라멘트 양으로 제조되었으며, 125:1의 단면 중형비, 28.0g/d(2.41GPa)의 인성 및 0.120의 DSC 저온 면적비를 갖는다.

[0069] 실시예 7

[0070] UHMWPE 테이프는 총 5760의 필라멘트를 갖는 Spectra[®] 멀티-필라멘트 양으로 제조되었으며, 77:1의 단면

중형비, 30.0g/d(2.59GPa)의 인성 및 0.094의 DSC 저온 면적비를 갖는다.

[0071] 실시예 8

[0072] UHMWPE 테이프는 총 240의 필라멘트를 갖는 Spectra® 멀티-필라멘트 양으로 제조되었으며, 100:1의 단면 중형비, 50.0g/d(4.31GPa)의 인성 및 0.030 미만의 DSC 저온 면적비를 가지며, X-선 분석에 의한 장 주기를 갖지 않는다.

[0073] 실시예 9

[0074] 본 기술의 테이프 물품은 고도로 통합된 실질적으로 공극이-없는 1인치 길이 테이프 섹션 및 덜-통합된 다공성의 1인치 길이 테이프 섹션의 반복 패턴이 있도록, 길이를 따라 가변적인 섬유 통합으로 제조된다.

[0075] 실시예 10

[0076] 실시예 5에 기술된 바와 같은, 본 기술의 테이프 물품은 바스킷 제작물로 직조된다.

[0077] 실시예 11

[0078] 라미네이트는, 인접한 층에서의 테이프 방향이 서로 약 15 내지 90도 회전하는, 테이프 물품의 둘 이상의 일방향성 층을 포함하는 본 기술의 테이프 물품으로부터 형성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 실시예 5에 기술된 본 기술의 테이프 물품은 다수의 패키지에 권취되며, 상기 패키지는 크릴(cree1)에 놓여진다. 상기 크릴로부터 풀려서, 측면 접촉(lateral contact)이 평행하게 정렬된, 테이프 물품의 다수의 말단은 0.00035cm 두께의 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 필름으로 구성되는 캐리어 웹에 놓여진다. 상기 캐리어 웹 및 테이프 물품은 상기 테이프 물품이 상기 캐리어 웹에 부착되도록 가압하여, 가열된 닢 물을 통해 통과된다. 상기 캐리어 웹 및 부착되는 평행한 테이프 물품은 2개의 롤에서 권취된다. 상기 2개의 롤은 미국 특허 제5,173,138호에 기술되어 있는 바와 같이, 크로스-플라이 장치로 공급되며, 여기서 상기 테이프 물품을 포함하는 웹은 열 및 압력에 의해 크로스-플라이되고 통합된다. 이에 따라 4층 라미네이트가 형성되며, 여기서 층은 상기 라미네이트를 통해 순차적으로, HDPE-테이프 물품-테이프 물품-HDPE이며, 인접한 층에서 테이프의 방향은 서로에 대하여 직각이다. 그 후, 상기 라미네이트는 롤-업된다.

[0079] 실시예 12

[0080] 실시예 10에 기술되어 있는 바와 같은, 바스킷 제작 직물은 플라이 업(plied up) 및 느슨하게 연결되어 1.5kg/m²의 면 밀도(areal density)를 갖는 본 기술의 어셈블리를 형성한다. 상기 어셈블리는 MIL.-STD. 662F로 측정된 바와 같이, 9 x 19mm FMJ 파라블럼 탄환(parabellum bullet)에 대하여 적어도 약 500 J-m²/Kg의 비에너지 흡수(specific energy absorption)를 갖는 것으로 예상된다.

[0081] 실시예 13

[0082] 실시예 11에 기술되어 있는 라미네이트는 플라이 업(plied up) 및 통합되어 1.5kg/m²의 면 밀도를 갖는 내충격성 및 내관통성 복합체 물품으로 형성된다. 상기 복합체 물품은 MIL.-STD. 662F로 측정된 바와 같이, 9 x 19mm FMJ 파라블럼 탄환에 대하여 적어도 약 500 J-m²/Kg의 비에너지 흡수를 갖는 것으로 예상된다.

[0083] 실시예 14

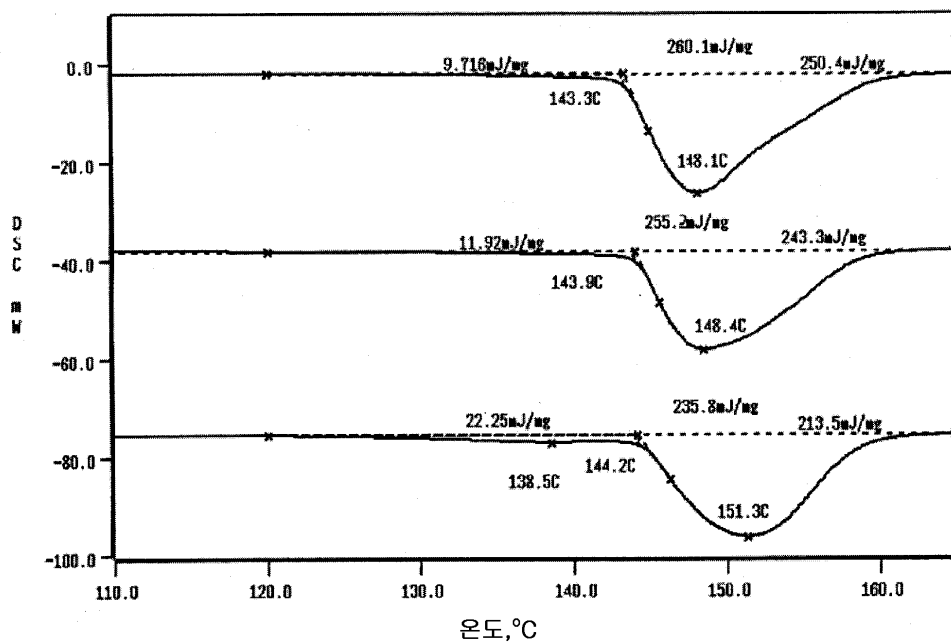
[0084] 실시예 11에 기술되어 있는 라미네이트 및 실시예 10에 기술되어 있는 바스킷 제작 직물은 플라이 업(plied up)

및 통합되어 1.5kg/m²의 면 밀도를 갖는 내충격 및 내관통 복합체 물품으로 형성된다. 상기 복합체 물품은 MIL.-STD. 662F로 측정된 바와 같이, 9 x 19mm FMJ 파라블럼 탄환에 대하여 적어도 약 500 J-m²/Kg의 비에너지 흡수를 갖는 것으로 예상된다.

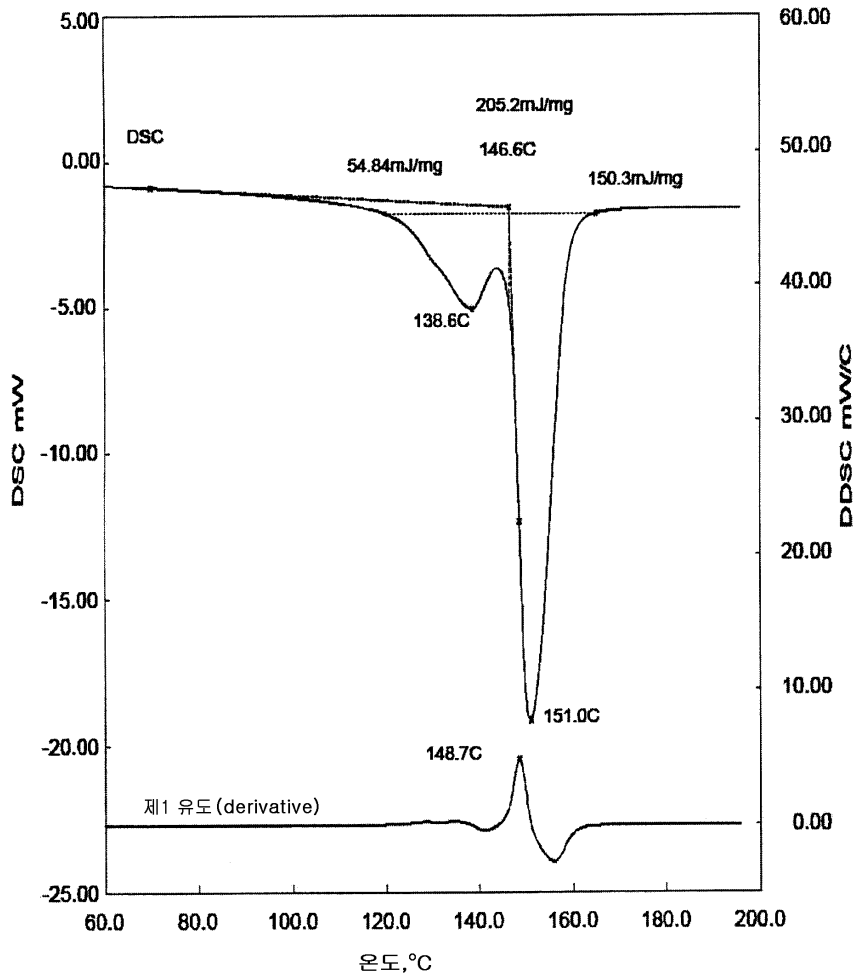
[0085] 상기한 사항으로부터, 본원에서 특정한 예는 설명을 목적으로 기술되었으나, 다양한 변형이 본 개시사항의 기술적 사상 및 범위 내에서 가능한 것으로 이해될 수 있다. 따라서, 상기한 상세한 설명은 제한하는 것이라기보다는 예시적인 것으로 의도되며, 이는 특히 제시되고 구별되는 특허청구된 주제에 관한 것으로, 모든 균등물을 포함하는, 후술하는 특허청구범위인 것으로 이해된다.

도면

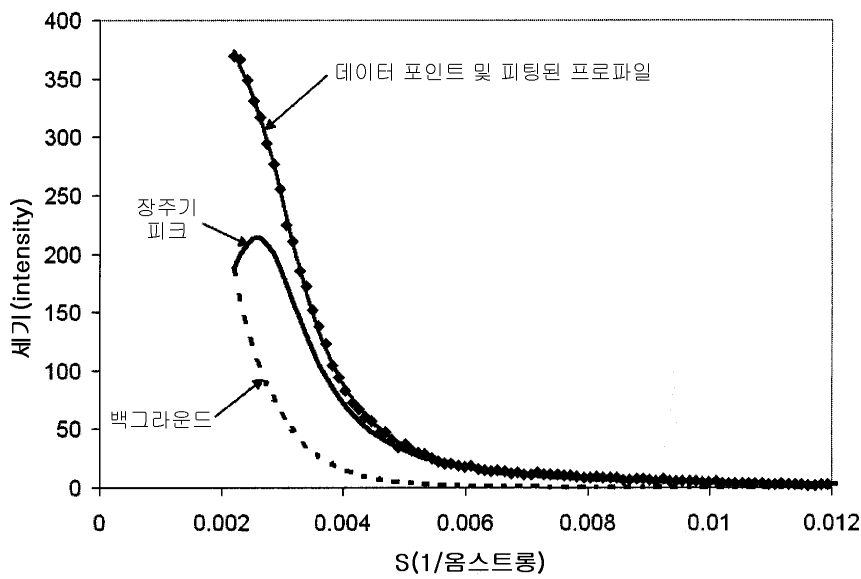
도면1



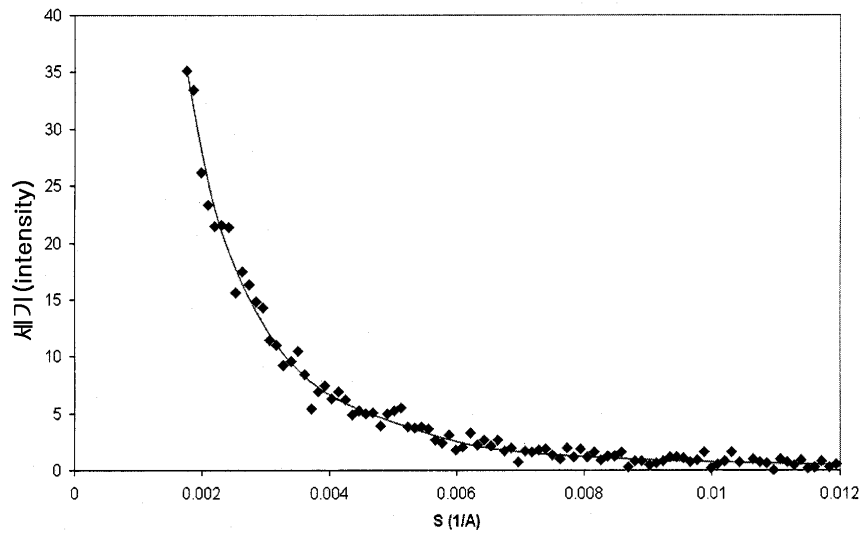
도면2



도면3



도면4



도면5

