



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년08월11일  
 (11) 등록번호 10-1767540  
 (24) 등록일자 2017년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B29D 7/01 (2006.01) B29C 55/10 (2006.01)  
 B29C 70/38 (2006.01) C08J 5/18 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-7005957  
 (22) 출원일자(국제) 2010년07월29일  
 심사청구일자 2015년07월22일  
 (85) 번역문제출일자 2012년03월06일  
 (65) 공개번호 10-2012-0062746  
 (43) 공개일자 2012년06월14일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2010/043634  
 (87) 국제공개번호 WO 2011/019512  
 국제공개일자 2011년02월17일  
 (30) 우선권주장  
 12/539,185 2009년08월11일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP05214657 A\*  
 KR1020040083512 A  
 KR1020060111642 A  
 KR1020140049969 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**허니웰 인터내셔널 인코포레이티드**  
 미국 뉴저지 07950 모리스 플레인스 테이버 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/2비  
**분, 마크 벤자민**  
 미국 뉴저지 07962-2245, 모리스타운, 피.오.박스 2245, 콜롬비아 로드 101, 허니웰 인터내셔널 인코포레이티드 특허서비스 엠/에스 에이비/2비  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인씨엔에스**

전체 청구항 수 : 총 10 항

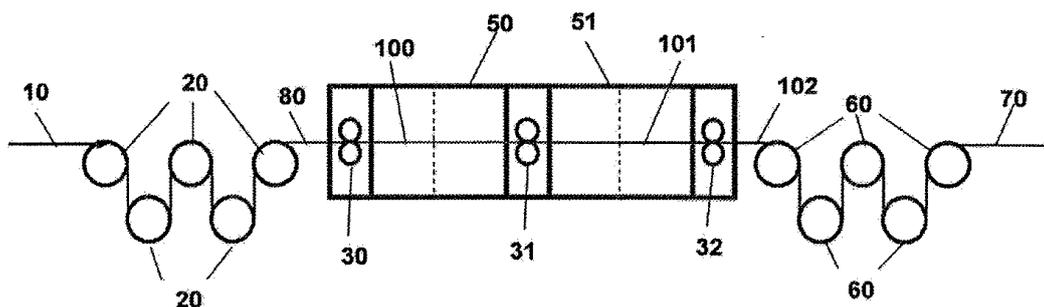
심사관 : 전은재

(54) 발명의 명칭 **고강도 초고분자량 폴리에틸렌 테이프 물품**

**(57) 요약**

고강도 초고분자량 다중 필라멘트 안(multi-filament yarns)으로부터 고강도 폴리에틸렌 테이프 물품을 제조하는 방법, 및 이로부터 제조된 테이프 물품, 직물, 라미네이트 및 내충격성 재료가 개시된다.

**대표도**



(72) 발명자

**매트네이거, 애쇼크**

미국 뉴저지 07962-2245, 모리스타운, 피.오.박스  
2245, 콜롬비아 로드 101, 허니웰 인터내셔널 인코  
포레이티드 특허서비스 엠/에스 에이비/2비

**코레알, 스티븐**

미국 뉴저지 07962-2245, 모리스타운, 피.오.박스  
2245, 콜롬비아 로드 101, 허니웰 인터내셔널 인코  
포레이티드 특허서비스 엠/에스 에이비/2비

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

a) 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 얇을 선택하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 얇은 적어도 0.96의 결정축(c-axis) 배향 함수, ASTM D1601-99에 의해 135°C에서 데칼린(decalin)으로 측정시 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도를 가지며, 그리고 상기 다중 필라멘트 얇은 10인치(25.4cm) 케이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D2256-02에 의해 측정시 15g/d 내지 100g/d의 인성을 갖는, 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 얇을 선택하는 단계;

b) 상기 다중 필라멘트 얇을 평평화, 통합 및 압축하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 얇을 종방향 인장력 하에 배치하고, 상기 다중 필라멘트 얇을 25-137°C의 온도에서 적어도 하나의 횡 압축 단계를 행하여 상기 다중 필라멘트 얇을 평평화, 통합 및 압축하여, 이에 따라 적어도 10:1의 평균 단면 종횡비를 갖는 테이프 물품을 형성하며,

여기서 각 상기 압축 단계는, 각 상기 압축 단계의 아웃셋에서 각 상기 다중 필라멘트 얇 또는 테이프 물품 상에서의 상기 종방향 인장력의 등급과 이와 동일한 압축 단계의 컨클루전에서 상기 다중 필라멘트 얇 또는 테이프 물품 상에서의 종방향 인장력의 등급은 적어도 0.25중량kg(2.45뉴턴)인 아웃셋 및 컨클루전을 갖고, 여기서 각 압축단계에 걸쳐 하위 인장력대 상위 인장력의 비가 적어도 0.75:1인, 상기 다중 필라멘트 얇을 평평화, 통합 및 압축하는 단계;

c) 상기 테이프 물품을  $0.001\text{min}^{-1}$  내지  $1\text{min}^{-1}$ 의 신장 속도로 130-160°C 범위의 온도에서 적어도 1회 스트레칭하는 단계;

d) 선택적으로 단계 b)를 100-160°C의 온도에서 1회 이상 반복하는 단계;

e) 선택적으로 단계 c)를 1회 이상 반복하는 단계;

f) 선택적으로 단계 b) 내지 e) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 완화시키는 단계;

g) 선택적으로 단계 b) 내지 e) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 증가시키는 단계; 및

h) 상기 테이프 물품을 장력 하에서 70°C 미만의 온도로 냉각시키는 단계

를 포함하는, 폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

단계 b) 내지 h)는 연속적으로 수행되는

폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

선택된 다중-필라멘트 얇은 길이의 인치(2.54cm)당 10회전 미만의 꼬임(twist)을 갖는

폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

선택된 다중-필라멘트 양의 필라멘트는 융합 및 본딩으로 구성된 그룹으로부터 선택된 공정 수단에 의해 연결된 폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D882-09에 의해 측정되는, 상기 테이프 물품의 강도는 이로부터 제조되는 다중-필라멘트 양의 강도의 적어도 75%인

폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D882-09에 의해 측정시, 상기 테이프 물품은 적어도 2.2GPa의 인장 강도를 갖는

폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

압축 수단은 테이프 물품의 면에 대한 일 방향으로 진동하며, 상기 방향은 상기 테이프 물품의 면에 법선(normal) 방향, 상기 테이프 물품의 면 안으로(in the plane of the tape article)의 방향 및 상기 테이프 물품의 양면에 경사진 방향으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는

폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법.

#### 청구항 8

다중 필라멘트 폴리에틸렌 양으로 제조된 폴리에틸렌 테이프 물품으로서,

상기 테이프 물품은 적어도 10:1의 평균 단면 종횡비를 가지며,

상기 폴리에틸렌은 ASTM D1601-99에 의해 135에서 데칼린으로 측정시 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도를 가지며, 상기 테이프 물품은 적어도 3.6GPa의 인장 강도를 갖는

폴리에틸렌 테이프 물품.

#### 청구항 9

제8항에 기재된 테이프 물품의 둘 이상의 단방향성 층을 포함하며, 인접층에서 15-90도로 서로 회전되는 테이프 방향을 갖는

라미네이트.

#### 청구항 10

제9항에 기재된 하나 이상의 라미네이트를 포함하는  
내충격성 및 내관통성 어셈블리.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 고강도 초고분자량 다중 필라멘트 얀(multi-filament yarns)으로부터 고강도 폴리에틸렌 테이프 물품을 제조하는 방법, 및 이로부터 제조된 테이프 물품, 직물, 라미네이트 및 내충격성 재료에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 내충격성 및 내관통성(penetration resistant) 재료는 스포츠 장비, 안전 보호복 및 가장 중요하게는 개인 방탄복과 같은 다수의 적용처에 사용된다. 개인 보호용 방탄복의 제작은 아주 오래되었지만 구식 기술은 아니다. 금속 방탄복은 이미 기원전 1500년전에 이집트인에게 잘 알려져 있었으며, 약 17세기말까지 이의 사용이 지속되었다. 현 시대에서, 방탄복은 아라미드, 초고분자량 폴리에틸렌(UHMW PE) 및 폴리벤즈아졸과 같은 새로운 강력한 섬유 발견을 통해 다시 실용적으로 되었다.

[0003] 다양한 섬유-강화 구조물은 헬멧, 패널, 및 조끼와 같은 내충격성, 내탄도성 및 내관통성 물품에 사용되는 것으로 알려져 있다. 이러한 물품은 발사체 또는 칼로부터 충격에 의한 관통에 대하여 다양한 저항도를 나타내며, 중량 단위 당 다양한 정도의 효과를 갖는다. 내탄도성 효과의 측정은 표적의 면 밀도의 단위 당 발사체로부터 제거되는 에너지이다. 이는 "SEA"라는 약어로 표현되는 특정 에너지 흡수도(Specific Energy Absorption)로 알려져 있으며, Kg/m<sup>2</sup> 또는 J-m<sup>2</sup>/Kg 당 줄(Joule)의 단위를 갖는다.

[0004] 섬유 구조의 SEA는 구성 섬유의 강도, 인장 탄성률 및 파괴 에너지 증가에 따라 일반적으로 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나, 섬유 강화물 형태와 같은 다른 요인들이 작용할 수 있다. 미국 특허 4,623,574호에는 리본 형상의 강화물로 구성된 복합체와 다중 필라멘트 얀을 이용한 복합체(양자 모두 UHMW PE로 구성됨)의 탄도 효과에 대한 비교가 기재되어 있다. 상기 섬유는 리본에 비해 더 높은 인성(tenacity)을 가졌다: 30g/데니어('g/d'로 약어로 표현됨) 대 23.6g/d.

[0005] 그럼에도 불구하고, 리본으로 구성된 복합체의 SEA는 얀으로 구성된 복합체의 SEA에 비해 다소 높았다. 미국 특허 4,623,574호는 엘라스토머가 코팅된 스트립 또는 리본이 코팅된 필라멘트 얀에 비해 내탄도성 복합체 제조에 보다 효과적일 수 있음을 가르치고 있다.

[0006] 일반적으로 "겔 스피닝(gel spinning)"으로 알려진 공정에 의한 평평한 단면을 가진 UHMW PE의 제조가 미국 특허 4,413,574호에 기재되어 있다. 이는 0.64cm의 폭, 1240의 데니어 및 23.9g/d의 인성(2.04GPa의 인장 강도에 해당함)을 가졌다.

[0007] UHMW PE 테이프 물품의 제조를 위한 다른 공정은 미국 특허 4,996,011; 5,002,714; 5,091,133; 5,106,555; 5,200,129; 5,578,373; 5,628,946; 6,017,834; 6,328,923 B1; 6,458,727 B1; 7,279,441 B2; 6,951,685 B1; 미국 특허 7,470,459 B1; 미국 특허 공보 2008/0251960 A1; 2008/0318016 A1; 및 WO 2009/056286 A1에 기재되어 있다.

[0008] 이러한 특허들 중 한 그룹에서, 섬유의 일부를 선택적으로 용융시켜 필라멘트를 서로 결합시키기 위해 상승된 온도에서 폴리에틸렌 필라멘트가 점점 압력(contact pressure)으로 가해진 다음, 결합된 섬유의 압축이 이루어졌다. 미국 특허 5,628,946호에서 이러한 공정으로 적용된 UHMW PE SPECTRA® 얀은 이의 종방향 계수(longitudinal modulus)의 69%를 소실하였다.

- [0009] 이러한 특허들 중 다른 그룹에서는, 폴리에틸렌 분말은 그 입자들을 상승된 온도에서 압축하여 연속 시트로 만들고, 이는 추가로 압축 및 스트레칭되었다. 미국 특허 5,091,133호에는 이러한 후자의 공정에 의해 제조된 3.4GPa의 인장 강도를 갖는 섬유가 기재되어 있다. 이렇게 제조된 폴리에틸렌 테이프는 상표명 TENSYLON®으로 상업적으로 구입가능하다. TENSYLON® 웹 사이트 상에 보고된 최고 인성은 19.5g/d(1.67GPa의 인장 강도)이다.
- [0010] 폴리에틸렌 테이프의 제조 및/또는 UHMW PE 섬유의 플라트닝에 대해 설명되어 있는 연구 공개문헌은 다음과 같다:
- [0011] R.J. Van 외, "The Hot Compaction of SPECTRA Gel-Spun Polyethylene Fibre", J. Matl. Sci., 32, 4821-4831(1997)
- [0012] A. Kaito 외, "Hot Rolling and Quench Rolling of Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene", J. Appl. Poly Sci., 29, 1207-1220(1983); "Preparation of High Modulus Polyethylene Sheet by the Roller-Drawing Method", J. Appl. Poly Sci., 30, 1241-1255(1985); "Roller of Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene", J. Appl. Poly. Sci., 30, 4591-4608(1985)
- [0013] 이러한 공개문헌들에 보고된 최고 파괴 강도는 약 7.6g/d의 인성에 해당하는 0.65GPa이었다. Van 외에 의한 공개문헌에서, UHMW PE의 종방향 계수는 27% 내지 74% 감소하였다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 상기 인용된 각 특허 및 공개문헌은 당해 기술분야의 상태의 개선을 나타낸다. 그러나, 어떠한 문헌도 본 발명의 특정한 공정을 기재하지 않고 있으며, 본 발명에 의해 부합되는 모든 요건을 충족하지 않는다. 탄성 발사체에 의한 관통에 대해 보다 우수한 저항성을 제공하는 재료가 계속 요구되고 있다. 상술한 바와 같이, 섬유 구조물의 SEA는 일반적으로 구성 섬유의 강도, 인장 계수 및 파괴 에너지의 증가에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다. 종래 기술의 테이프 물품의 강도에 비해 상당히 우수한 강도를 갖는 고배향 UHMW PE 다중 필라멘트 얇은 상업적으로 구입가능하다. 이러한 고강도 사를 강도를 실질적으로 유지하면서 테이프 물품으로 전환시키는 것은 유익할 수 있다. 또한, 이는 상기 테이프 물품을 포함하는 직물 및 부직 섬유의 내탄도성 및 내관통성을 갖는 물품을 제공하는데 유익할 수 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 본 발명의 목적상, 폴리에틸렌 테이프 물품은 약 0.5mm 두께 미만인 이의 폭에 비해 더 큰 길이를 가지며, 그리고 고 약 10:1 보다 큰 평균 단면 중형비를 갖는 폴리에틸렌 물품으로 정의된다.
- [0016] 일 구현으로, 본 발명은
- [0017] a) 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 얇을 선택하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 얇은 적어도 0.96의 결정축(c-axis) 배향 함수, ASTM D1601-99에 의해 135℃에서 데칼린(decalin)으로 측정시 약 7d1/g 내지 40d1/g의 고유 점도를 가지며, 그리고 상기 다중 필라멘트 얇은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D2256-02에 의해 측정시 약 15g/d 내지 약 100g/d의 인성을 갖는 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 얇을 선택하는 단계;
- [0018] b) 상기 다중 필라멘트 얇을 평평화, 통합 및 압축하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 얇을 종방향 인장력 하에 배치하고, 상기 다중 필라멘트 얇을 약 25-137℃의 온도에서 적어도 하나의 횡 압축 단계를 행하여 상기 다중 필라멘트 얇을 평평화, 통합 및 압축하여, 이에 따라 적어도 약 10:1의 평균 단면 중형비를 갖는 테이프 물품을

형성하며,

- [0019] 여기서 각 상기 압축 단계는, 각 상기 압축 단계의 아웃셋(outset)에서 각 상기 다중 필라멘트 안 또는 테이프 물품 상에서의 상기 종방향 인장력의 등급은 이와 동일한 압축 단계의 키클루전(conclusion)에서 상기 다중 필라멘트 안 또는 테이프 물품 상에서의 종방향 인장력의 등급과 실질적으로 동일하며, 이는 적어도 약 0.25중량 kg(2.45뉴턴)인 아웃셋 및 키클루전을 갖는, 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하는 단계;
- [0020] c) 상기 테이프 물품을 약  $0.001\text{min}^{-1}$  내지 약  $1\text{min}^{-1}$ 의 신장 속도로 약 130-160°C 범위의 온도에서 적어도 1회 스트레칭하는 단계;
- [0021] d) 선택적으로 단계 b)를 약 100-160°C의 온도에서 1회 이상 반복하는 단계;
- [0022] e) 선택적으로 단계 c)를 1회 이상 반복하는 단계;
- [0023] f) 선택적으로 단계 b) 내지 e) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 완화시키는 단계;
- [0024] g) 선택적으로 단계 b) 내지 e) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 증가시키는 단계;
- [0025] h) 상기 테이프 물품을 장력(tension) 하에서 약 70°C 미만의 온도로 냉각시키는 단계
- [0026] 를 포함하는 무한 길이의 폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법이다.
  
- [0027] 제2 구현으로, 본 발명은
- [0028] a) 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 안을 선택하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 안은 적어도 0.96의 결정축(c-axis) 배향 함수, ASTM D1601-99에 의해 135°C에서 테칼린으로 측정시 약 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도를 가지며, 그리고 상기 다중 필라멘트 안은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D2256-02에 의해 측정시 약 15g/d 내지 약 100g/d의 인성을 갖는 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 안을 선택하는 단계;
- [0029] b) 상기 다중 필라멘트 안을 장력 하에서 약 100-160°C의 온도에서 하나 이상의 가열 구역을 통해 통과시키는 단계;
- [0030] c) 상기 가열된 다중 필라멘트 안을 약  $0.01\text{min}^{-1}$  내지 약  $5\text{min}^{-1}$ 의 신장 속도로 적어도 1회 스트레칭하는 단계
- [0031] d) 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 안을 종방향 인장력 하에 배치하고, 상기 다중 필라멘트 안을 약 100-160°C의 온도에서 적어도 하나의 횡 압축 단계를 행하여 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하여, 이에 따라 적어도 약 10:1의 평균 단면 종횡비를 갖는 테이프 물품을 형성하며,
- [0032] 여기서 각 상기 압축 단계는, 각 상기 압축 단계의 아웃셋(outset)에서 각 상기 다중 필라멘트 안 또는 테이프 물품 상에서의 상기 종방향 인장력의 등급은 이와 동일한 압축 단계의 키클루전(conclusion)에서 상기 다중 필라멘트 안 또는 테이프 물품 상에서의 종방향 인장력의 등급과 실질적으로 동일하며, 이는 적어도 약 0.25중량 kg(2.45뉴턴)인 아웃셋 및 키클루전을 갖는, 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하는 단계;
- [0033] e) 상기 테이프 물품을 약  $0.001\text{min}^{-1}$  내지 약  $1\text{min}^{-1}$ 의 신장 속도로 약 130-160°C 범위의 온도에서 적어도 1회 스트레칭하는 단계;
- [0034] f) 선택적으로 단계 d)를 1회 이상 반복하는 단계;
- [0035] g) 선택적으로 단계 e)를 1회 이상 반복하는 단계;
- [0036] h) 선택적으로 단계 c) 내지 g) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 완화시키는 단계;
- [0037] i) 선택적으로 단계 c) 내지 g) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 증가시키는 단계;
- [0038] j) 상기 테이프 물품을 약 70°C 미만의 온도로 냉각시키는 단계
- [0039] 를 포함하는 무한 길이의 폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법이다.

[0040] 제3 구현으로, 본 발명은 무한 길이를 가지며, 적어도 10:1의 평균 단면 중형비를 갖는 폴리에틸렌 테이프 물품으로서, 상기 폴리에틸렌은 ASTM D1601-99에 의해 135℃에서 테칼린으로 측정시 약 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도를 가지며, 그리고 상기 테이프 물품은 10인치(25.4cm) 케이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D882에 의해 측정시 적어도 약 3.6GPa의 인장 강도를 갖는, 폴리에틸렌 테이프 물품이다.

[0041] 제4 구현으로, 본 발명은 본 발명의 테이프 물품을 포함하는 직물로서, 상기 직물은 직조된(woven) 직물, 니트 로된 직물 및 3차원적으로 직조된 직물로 구성되는 그룹으로부터 선택된 직물이다.

[0042] 제5 구현으로, 본 발명은 본 발명의 테이프 물품의 둘 이상의 단방향성 층을 포함하며, 이는 인접층에서 약 15-90도로 서로 회전되는 테이프 방향을 갖는 라미네이트이다.

[0043] 제6 구현으로, 본 발명은 본 발명의 직물, 본 발명의 라미네이트 및 이의 조합으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 구성 요소를 포함하는 내충격성 및 내관통성 복합체이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0044] 도 1은 본 발명의 방법을 수행하는 제1 장치를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 방법을 수행하는 제2 장치를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 방법을 수행하는 제3 장치를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 방법을 수행하는 제4 장치를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 방법을 수행하는 제5 장치를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 방법을 수행하는 제6 장치를 나타낸다.
- 도 7은 본 발명의 방법을 수행하는 제7 장치를 나타낸다.

각 도면에서 단지 하나의 양 단부를 나타낸 것은 표현의 명료성을 위한 것이다. 여러 병렬적 테이프 물품 또는 단일의 광폭 테이프 물품을 생성하기 위해 본 발명의 방법에 의해 여러 개의 양 단부가 평행하게 동시에 처리될 수 있는 것으로 이해될 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0045] 본 발명자들은 고강도 UHMW PE 양을 실질적으로 강도를 유지하면서 테이프 물품으로 전환시키는 방법을 제공한다. 본 발명의 방법은 압축 단계에 걸쳐 실질적으로 동일한 종방향 인장 강도를 제공한다. 본 발명의 방법은 압축 단계에 걸쳐 동일한 인장 응력(g/d)을 유지하여 그 결과로 불균형적인 인장력이 일어나는 종래 기술의 방법에 비해 우수한 것으로 사료된다.

[0046] 본 발명의 목적상, 폴리에틸렌 테이프 물품은 약 0.5mm 두께 미만인 이의 폭에 비해 더 큰 길이를 가지며, 그리고 약 10:1 보다 큰 평균 단면 중형비를 갖는 폴리에틸렌 물품으로 정의된다. 바람직하게, 본 발명의 테이프 물품은 약 100cm 미만, 보다 바람직하게 약 50cm 미만, 보다 바람직하게 약 25cm 미만, 그리고 가장 바람직하게 약 15.2cm 미만의 폭을 갖는다.

[0047] 바람직하게, 본 발명의 테이프 물품은 약 0.25mm 미만의 두께, 보다 바람직하게 약 0.1mm 미만의 두께, 그리고 가장 바람직하게 0.05mm 미만의 두께를 갖는다. 두께는 단면의 가장 두꺼운 부분에서 측정된다.

[0048] 평균 단면 중형비는 테이프 물품의 길이에 대하여 평균된 단면의 가장 큰 치수 대 가장 작은 치수의 비이다.

바람직하게, 본 발명의 테이프 물품은 적어도 약 20:1, 보다 바람직하게 적어도 약 50:1, 보다 바람직하게 적어도 약 100:1, 보다 바람직하게 적어도 약 250:1, 그리고 가장 바람직하게 적어도 약 400:1의 평균 단면 중형비를 갖는다.

[0049] 본 발명의 테이프 물품의 단면은 직사각형, 타원형, 다각형, 불규칙한 형태 또는 폭, 두께 및 중형비 요건을 충족하는 어느 형상일 수 있다. 바람직하게, 본 발명의 테이프 물품은 본질적으로 직사각형의 단면을 갖는다.

[0050] 본 발명의 방법에 원료로서 선택되는 UHMW PE 얇은 어느 통상적인 방법에 의해 제조될 수 있다. 바람직하게, 선택된 UHMW PE 얇은 "겔 스피닝(gel spinning)"에 의해 제조될 수 있다. 겔 스피닝 UHMW PE 얇은 상표명 SPECTRA®으로 Honeywell International로부터, 상표명 DYNEEMA®으로 DSM N.V. 및 Toyobo Co. Ltd.로부터, Shanghai Pegaus Materials Co., Ltd.로부터, Hangzhou High Strength Fiber Material Inc. 등으로부터 상업적으로 구입가능하다.

[0051] 본 발명의 방법에 원료로서 선택되는 UHMW PE 얇은 ASTM D1601-99에 의해 135°C에서 데칼린으로 측정시 약 7dl/g 내지 약 40dl/g, 바람직하게 약 10dl/g 내지 약 40dl/g, 보다 바람직하게 약 12dl/g 내지 약 40dl/g, 그리고 가장 바람직하게 약 14g/l 내지 35dl/g의 고유 점도를 갖는다.

[0052] 본 발명의 방법에 원료로서 선택되는 UHMW PE 얇은 고배향(highly oriented)된다. 본 발명의 정황에서 고배향 UHMW PE 얇은 적어도 약 0.96, 바람직하게 적어도 약 0.97, 보다 바람직하게 약 0.98 그리고 가장 바람직하게 적어도 약 0.99의 결정축(c-axis) 배향 함수를 갖는 것으로 정의된다. 결정축 배향 함수는 섬유 방향을 갖는 분자쇄 방향의 정렬도에 대한 기재이며, R.S. Stein, J. Poly Sci., 31, 327(1958)에 의해 보고된 방정식으로부터 산출된다.

[0053]

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

[0054] 상기 식에서  $\theta$ 는 폴리에틸렌 결정(분자쇄 방향)의 결정축(c-axis)과 섬유 방향 사이의 각이며, 삼입 기호(carets)는 이들 사이의 양의 평균을 나타낸다.

[0055] "c" 결정축과 섬유 방향 사이의 각의 평균 코사인은 잘 알려진 x-선 회절법에 의해 측정된다. 분자쇄 방향이 완전히 섬유 축과 나란히 맞춰진 폴리에틸렌 섬유는  $f_c=1$ 를 가질 것이다.

[0056] 본 발명의 방법에 원료로서 선택되는 UHMW PE 얇은 약 15g/d 내지 약 100g/d, 바람직하게 약 25g/d 내지 약 100g/d, 보다 바람직하게 약 30g/d 내지 약 100g/d, 보다 바람직하게 약 35g/d 내지 약 100g/d, 보다 바람직하게 약 40g/d 내지 약 100g/d, 그리고 가장 바람직하게 약 45g/d 내지 약 100g/d의 인성을 갖는다.

[0057] 본 발명의 방법에 원료로서 선택되는 UHMW PE 얇은 꼬이지 않거나, 꼬일 수 있다. 바람직하게, 상기 얇은 길이의 인치 당 약 10회전 미만의 꼬임(twist)을 가질 수 있다. 원료로서 선택되는 UHMW PE 얇은 본 명세서와 비교 환적한 것이 아닌 정도로 본 명세서에 참조로 편입된 미국 특허 4,819,458호에 기재된 방법에 의해 열처리될 수 있다.

[0058] 본 발명의 방법에 원료로서 선택되는 UHMW PE 얇은 비접촉 필라멘트로 구성되거나, 상기 필라멘트는 융합 또는 본딩(bonding)에 의해 적어도 부분적으로 연결될 수 있다. UHMW PE 얇은 필라멘트의 융합은 다양한 수단에 의해

수행될 수 있다. 편리한 수단은 본 명세서와 비호환적인 것이 아닌 정도로 본 명세서에 참조로 편입된 미국 특허 5,540,990, 5,749,214, 6,148,597에 기재된 바와 같이, 열 및 장력(tension)의 사용, 또는 열 및 장력에 노출되기 전에 용매 또는 가소성 재료의 적용을 포함한다. 본당은 KRATON®D1107과 같은 접착 특성을 갖는 재료로 상기 필라멘트를 적어도 부분적으로 코팅함으로써 수행된다.

- [0059] 제1 구현으로, 본 발명은
- [0060] a) 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 안을 선택하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 안은 적어도 0.96의 결정축(c-axis) 배향 함수, ASTM D1601-99에 의해 135°C에서 데칼린(decalin)으로 측정시 약 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도를 가지며, 그리고 상기 다중 필라멘트 안은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D2256-02에 의해 측정시 약 15g/d 내지 약 100g/d의 인성을 갖는 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 안을 선택하는 단계;
- [0061] b) 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 안을 종방향 인장력 하에 배치하고, 상기 다중 필라멘트 안을 약 25-137°C의 온도에서 적어도 하나의 횡 압축 단계를 행하여 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하여, 이에 따라 적어도 약 10:1의 평균 단면 중횡비를 갖는 테이프 물품을 형성하며,
- [0062] 여기서 각 상기 압축 단계는, 각 상기 압축 단계의 아웃셋에서 각 상기 다중 필라멘트 안 또는 테이프 물품 상에서의 상기 종방향 인장력의 등급은 이와 동일한 압축 단계의 컨클루전에서 상기 다중 필라멘트 안 또는 테이프 물품 상에서의 종방향 인장력의 등급과 실질적으로 동일하며, 이는 적어도 약 0.25중량kg(2.45뉴턴)인 아웃셋 및 컨클루전을 갖는, 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하는 단계;
- [0063] c) 상기 테이프 물품을 약 0.001min<sup>-1</sup> 내지 약 1min<sup>-1</sup>의 신장 속도로 약 130-160°C 범위의 온도에서 적어도 1회 스트레칭하는 단계;
- [0064] d) 선택적으로 단계 b)를 약 100-160°C의 온도에서 1회 이상 반복하는 단계;
- [0065] e) 선택적으로 단계 c)를 1회 이상 반복하는 단계;
- [0066] f) 선택적으로 단계 b) 내지 e) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 완화시키는 단계;
- [0067] g) 선택적으로 단계 b) 내지 e) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 증가시키는 단계;
- [0068] h) 상기 테이프 물품을 장력 하에서 약 70°C 미만의 온도로 냉각시키는 단계
- [0069] 를 포함하는, 무한 길이의 폴리에틸렌 테이프 물품의 제조 방법이다.
- [0070] 바람직하게, 단계 b) 내지 h)는 연속적으로 수행된다.
- [0071] 제2 구현으로, 본 발명은
- [0072] a) 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 안을 선택하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 안은 적어도 0.96의 결정축(c-axis) 배향 함수, ASTM D1601-99에 의해 135°C에서 데칼린으로 측정시 약 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도를 가지며, 그리고 상기 다중 필라멘트 안은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D2256-02에 의해 측정시 약 15g/d 내지 약 100g/d의 인성을 갖는 적어도 하나의 폴리에틸렌 다중 필라멘트 안을 선택하는 단계;
- [0073] b) 상기 다중 필라멘트 안을 장력 하에서 약 100-160°C의 온도에서 하나 이상의 가열 구역을 통해 통과시키는 단계;
- [0074] c) 상기 가열된 다중 필라멘트 안을 약 0.01min<sup>-1</sup> 내지 약 5min<sup>-1</sup>의 신장 속도로 적어도 1회 스트레칭하는 단계;
- [0075] d) 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하는 단계로서, 상기 다중 필라멘트 안을 종방향 인장력 하에 배치하고, 상기 다중 필라멘트 안을 약 100-160°C의 온도에서 적어도 하나의 횡 압축 단계를 행하여 상기 다중 필라멘트 안을 평평화, 통합 및 압축하여, 이에 따라 적어도 약 10:1의 평균 단면 중횡비를 갖는 테이프 물품을

형성하며,

- [0076] 여기서 각 상기 압축 단계는 각 상기 압축 단계의 아웃셋에서 각 상기 다중 필라멘트 얀 또는 테이프 물품 상에서의 상기 종방향 인장력의 등급은 이와 동일한 압축 단계의 컨클루전에서 상기 다중 필라멘트 얀 또는 테이프 물품 상에서의 종방향 인장력의 등급과 실질적으로 동일하며, 이는 적어도 약 0.25중량kg(2.45뉴턴)인 아웃셋 및 컨클루전을 갖는, 상기 다중 필라멘트 얀을 평평화, 통합 및 압축하는 단계;
- [0077] e) 상기 테이프 물품을 약  $0.001\text{min}^{-1}$  내지 약  $1\text{min}^{-1}$ 의 신장 속도로 약 130-160°C 범위의 온도에서 적어도 1회 스트레칭하는 단계;
- [0078] f) 선택적으로 단계 d)를 1회 이상 반복하는 단계;
- [0079] g) 선택적으로 단계 e)를 1회 이상 반복하는 단계;
- [0080] h) 선택적으로 단계 c) 내지 g) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 완화시키는 단계;
- [0081] i) 선택적으로 단계 c) 내지 g) 중 어느 단계 사이에서 종방향 인장력을 증가시키는 단계;
- [0082] j) 상기 테이프 물품을 약 70°C 미만의 온도로 냉각시키는 단계
- [0083] 를 포함하는, 무한 길이의 폴리에틸렌 테이프 물품의 연속 제조 방법이다.
- [0084] 바람직하게, 단계 b) 내지 j)는 연속적으로 수행된다.
- [0085] 상기 제1 구현의 연속 방법은 도 1, 2 및 7에 개략적으로 나타내었다. 제2 구현의 연속 방법은 도 3-6에 개략적으로 나타내었다. 특정 구현을 나타내는 도면은 공정 설비의 수 및 배치가 다르나, 동일한 단계를 나타낸다.
- [0086] 각 도 1 내지 7에서, 선택된 다중-필라멘트 UHMW PE 얀(각각 10-16)은 패키지 또는 빔(도시하지 않음)으로부터 풀려지고, 지나가고, 그리고 여러 리스 트레이닝 롤(restraining rolls)(20) 하에 존재한다. 리스 트레이닝 롤은 약 25-137°C의 온도를 갖는다.
- [0087] 도 1-2 및 7에서, 리스 트레이닝 롤을 떠나는 얀(각각 80, 81, 86)은 얀을 압축, 통합 및 평평화시키기 위해 장력 하에서 직접 하나 이상의 수단(30, 33, 39)으로 통과하여, 이에 따라 테이프 물품이 형성된다. 테이프 물품은 후속적으로 적어도 1회 가열 및 스트레칭된다.
- [0088] 도 3 내지 6에서, 리스 트레이닝 롤을 떠나는 얀(각각 82-85)은 압축용 수단에 도달하기 전에 가열 및 스트레칭된다. 적외선 방사, 가열된 표면과의 접촉 또는 가열된 유체와의 접촉에 의한 것과 같이 어느 수단에 의해 얀의 가열이 이루어질 수 있다. 바람직하게, 상기 얀은 다중 온도 구역을 갖는 강제 순환 열풍 오븐(forced convection air oven)(도 1-7에서 50-59, 510)에서 가열 및 스트레칭된다. 상기 얀은 약  $0.01\text{min}^{-1}$  내지 약  $5\text{min}^{-1}$ 의 스트레칭 속도로 약 100-160°C의 온도에서 적어도 1회 스트레칭된다. 스트레칭 속도는 재료가 스트레칭 구역을 떠나는 속도( $V_2$ )와 이것이 스트레칭 구역으로 들어가는 속도( $V_1$ ) 사이의 차이를 스트레칭 구역의 길이(L)로 나눈 것, 즉,
- [0089] 
$$\text{스트레칭 속도} = (V_2 - V_1) / L, \text{ min}^{-1}$$
- [0090] 으로 정의된다.
- [0091] 바람직하게, 상기 얀은 약 135°C 내지 약 155°C의 온도에서 약 1.01:1 내지 약 20:1의 스트레칭 속도로 스트레칭된다. 바람직하게, 상기 스트레칭 속도는 상기 얀을 과열시키지 않고 가능한 최대 속도이다.

- [0092] 상기 구현 모두에서, 각 얀 또는 테이프 물품은 각 압축용 수단(30-40)에서 압축의 아웃셋 및 컨클루전 모두에서 종방향 인장력 하에 존재한다. 종방향 인장력은 연속적인 구동 수단의 속도를 조절함으로써 조절된다.
- [0093] 각 압축 단계의 아웃셋에서 얀 또는 테이프 물품 상에서 종방향 인장력의 등급은 동일한 압축 단계의 컨클루전에서 얀 또는 테이프 물품 상에서의 인장력의 등급과 실질적으로 동일하다. 본 발명의 정황에서, 용어 "실질적으로 동일(substantially equal)"은 압축 단계에 걸친 하위 인장력 대 상위 인장력의 비가 적어도 0.75:1, 바람직하게 적어도 0.80:1, 보다 바람직하게 적어도 0.85:1, 보다 바람직하게 적어도 0.90:1, 그리고 가장 바람직하게 적어도 0.95:1인 것을 의미한다. 압축 단계의 아웃셋 및 컨클루전에서 이러한 실질적으로 동일한 종방향 인장력은 본 발명의 방법의 기본적인 특징이다. 압축 단계에 걸친 동일한 인장력은 압축의 중간점에서 영(0) 인장력을 보장한다.
- [0094] 본 발명의 방법은 압축 수단에 걸쳐 동일한 인장 응력(g/d)을 유지하여 데니어가 감소함에 따라 그 결과로 불균형적인 인장력이 일어나는 종래 기술의 방법에 비해 우수한 것으로 사료된다. 본 발명의 방법은 얀 또는 테이프 물품의 파열이나 압축용 수단에서 미끄러짐없이 압축 단계에서 보다 높은 압력 및 보다 높은 온도를 이룰 수 있다. 이는 보다 높은 생산 속도를 가능하게 하며 보다 우수한 강도를 달성하는 능력을 갖게 해 주는 것으로 여겨진다.
- [0095] 종방향 인장력은 압축 단계에서 주입구 및 배출구에서 얀 또는 테이프 물품 상에서 적어도 0.25중량kg(약어로 Kgf로 표기함, 2.45뉴턴(N)과 동일함)이다. 바람직하게, 인장력은 압축 단계의 아웃셋 및 컨클루전에서 적어도 0.5Kgf(4.9N), 보다 바람직하게 적어도 1Kgf(9.8N), 보다 바람직하게 적어도 2Kgf(19.6.2N), 그리고 가장 바람직하게 적어도 4Kgf(39.2N)이다. 가장 바람직하게, 종방향 인장력은 얀 또는 테이프 물품을 파열시키지 않고, 그리고 압축 수단에서 얀 또는 테이프 물품의 미끄러짐을 일으키지 않고 가능한 높은 것이다.
- [0096] 본 발명의 범위를 이에 한정하려는 것은 아니나 정의를 위해, 각 도 1-7에 예시된 압축 수단(30-40)은 역회전하는 반대 롤(넵 롤(nip roll))이다: 유닛의 각 넵 롤은 바람직하게 동일한 표면 속도를 가지며, 얀 또는 테이프 물품 상에 가압된다. 다른 적절하면서 잘 알려진 압축 수단은 2 이상의 압축을 제공하는 단일 유닛으로 3 이상의 롤, 상기 얀 또는 테이프 물품에 대해 반대측으로부터 가압하는 무빙 벨트 페어즈, 얀 또는 테이프 물품이고 장력 하에서 180°C 회전을 형성하는 롤 등으로 구성된 넵 롤 스택을 포함한다. 넵 롤 및 무빙 벨트에 의해 가해지는 압력은 유압 실린더에 의해 취해지거나, 또는 들어오는 재료의 두께보다 작은 치수의 롤들 사이의 갭을 고정하는 것으로부터 압력이 발생할 수 있다. 다른 압축 수단이 가능하고, 예측된다.
- [0097] 압축 수단은 진동될 수 있다. 길이 및 폭을 가진 준 2차원(quasi-two dimensional) 물체가 되는 테이프 물품을 고려하여, 그 진동은 테이프 물품의 면에 법선(normal) 방향으로, 또는 테이프 물품의 면 안으로(in the plane of the tape article) 또는 양면에 경사진 방향으로 존재할 수 있다. 진동은 저주파이거나, 또는 음파 또는 초음파일 수 있다. 진동은 압력 또는 전단의 부가적인 펄스를 부여함으로써 합동적으로 보조될 수 있다. 또한, 이는 복합체 적용시 본딩에 유용한 압축 물품의 두께 또는 폭으로 주기적인 변화를 생성하기 위해 사용될 수 있다.
- [0098] 각 구현에서 압축 단계에 가해진 압력은 제곱 인치 당 약 20-10,000파운드(psi)(약 0.14-69MPa), 바람직하게 약 50-5000psi(약 0.34-34MPa), 그리고 보다 바람직하게 약 50-2500psi(약 0.69-17MPa)이다. 상기 압력은 바람직하게 연속적인 압축 단계에서 증가된다. 압축 수단은 약 25-160°C, 바람직하게 약 50-155°C, 그리고 보다 바람직하게 약 100-150°C의 온도로 존재한다.

- [0099] 예를 들어, 도 1에서 (30)에서와 같이, 적어도 하나의 압축 수단을 통과한 후, 형성된 테이프 물품(100)은 적어도 1회 가열 및 스트레칭된다. 테이프 물품의 가열은 적외선 방사, 가열된 표면과의 접촉, 또는 가열된 유체와의 접촉에 의한 것과 같이 어떠한 수단에 의해 이루어질 수 있다. 바람직하게, 테이프 물품은 도면에서 점선으로 표시된 다중 온도 구역을 갖는 강제 순환 열풍 오븐(50, 51)에서 가열 및 스트레칭된다. 오븐을 통한 가열 및 공기 순환을 위한 가열기 및 송풍기는 도면에 나타내지 않았다.
- [0100] 물품의 스트레칭은 약 100-160°C, 그리고 바람직하게 약 135-150°C의 온도에서 이루어진다. 테이프 물품은 약 0.001min<sup>-1</sup> 내지 약 1min<sup>-1</sup>의 스트레칭 속도로 스트레칭된다. 바람직하게, 테이프 물품은 약 0.001min<sup>-1</sup> 내지 약 0.1min<sup>-1</sup>의 스트레칭 속도로 스트레칭된다. 바람직하게, 상기 테이프 물품은 약 1.01:1 내지 약 20:1의 스트레칭 속도로 스트레칭된다.
- [0101] 스트레칭력은 도 2, 3, 4 및 6에 예시된 바와 같이, 충분한 수의 구동 롤(60)의 상하부에서 상기 양을 통과시킴으로써; 도 1 및 7에 예시된 바와 같이 압축 수단(31, 32, 40)에 의해; 도 5 및 7에서와 같이 압축 수단(36, 37, 40) 및 구동 롤(60, 61) 모두에 의해; 또는 구동 고테(godet) 및 아이들러 롤 페어(idler roll pair)(도시하지 않음) 주변에서 테이프 물품을 여러 회 감는 것과 같이 어느 편리한 수단에 의해 적용될 수 있다. 스트레칭력을 적용하는 구동 롤은 오븐의 내부 또는 오븐의 외부일 수 있다.
- [0102] 종방향 인장력은 연속 수행에 걸쳐 동일할 필요는 없다. 선택적으로, 양 또는 테이프 물품은 보다 낮은 종방향 인장력으로 완화되거나 장력 분리 수단에 의해 연속 압축 또는 스트레칭 사이에 약 5% 미만의 수축이 허용될 수 있다. 선택적으로, 장력은 장력 분리 수단에 의해 연속 압축 또는 스트레칭 사이에 증가될 수 있다. 도 7에서, 롤(61)은 장력 분리 수단으로 작용한다. 테이프 물품(114) 상에서의 인장력은 닙 롤(39) 및 (40)의 속도와 상기 두 오븐에서의 온도에 따라 테이프 물품(113) 상에서의 인장력에 비해 더 크거나 낮을 수 있다. 어느 경우이나, 리스트레이닝 롤(20) 및 구동 롤(60)의 속도는 압축 수단(39 및 40)에 걸쳐 일정한 인장력을 유지하도록 조절된다.
- [0103] 테이프 물품은 와인더로 수송되기 전에 장력 하에서 냉각된다. 테이프 물품의 길이는 열 수축에 의해 미세하게 줄어들지만, 열 수축 후의 수축을 억제하도록 냉각 도중에 장력은 충분히 높아야 한다. 바람직하게, 테이프 물품은 롤(60) 상에서 냉각되고, 그 롤은 자연 대류, 강제 공냉되거나, 내부적으로 수냉각된다. 약 70°C 미만의 온도로 장력 하에서 냉각된 최종 스트레칭된 테이프 물품(70-76)은 패키지로서 또는 빔 상에서 장력 하에 감긴다(와인더는 도시하지 않음).
- [0104] 상술한 바와 같이, 압축 및 스트레칭 수단의 수 및 배치는 도면에 개략적으로 나타낸 바와 같이 특정 구현 내에서 달라질 수 있다.
- [0105] 제1 구현을 나타낸 도 1은 스트레칭-압축-스트레칭-압축의 순서를 보여준다.
- [0106] 제1 구현을 나타낸 도 2는 압축-압축-스트레칭의 순서를 보여준다.
- [0107] 도 3-6은 본 발명의 제2 구현을 나타낸다. 도 3은 스트레칭-압축-스트레칭의 순서를 보여준다.
- [0108] 도 4는 스트레칭-3회 연속 압축- 스트레칭의 순서를 보여준다.
- [0109] 도 5는 6개 구역 오븐(57)에서 스트레칭-압축-스트레칭-압축-스트레칭의 순서를 보여준다.
- [0110] 도 6은 4개 구역 오븐(58)에서 스트레칭-2연속 압축-스트레칭의 순서를 보여준다.
- [0111] 제1 구현을 나타낸 도 7은 증가된 인장력-압축으로 압축-스트레칭-스트레칭의 순서를 보여준다.

- [0112] 본 발명의 제1 또는 제2 구현 중 하나와 일치하는 다수의 다른 공정 순서가 가능하며 예측된다.
- [0113] 바람직하게, 본 발명의 방법은 적어도 약 2.2GPa, 보다 바람직하게 적어도 약 2.6GPa, 보다 바람직하게 적어도 약 3.0GPa, 그리고 가장 바람직하게 적어도 약 3.6GPa의 인장 강도를 갖는 테이프 물품을 생성한다.
- [0114] 바람직하게, 본 발명의 방법은 이로부터 제조된 양의 강도의 적어도 75%의 인장 강도를 갖는 테이프 물품을 생성한다. 보다 바람직하게, 본 발명의 방법은 이로부터 제조된 양보다 더 큰 인장 강도를 갖는 테이프를 생성한다.
- [0115] 본 발명의 제3 구현은 무한 길이를 가지며, 적어도 10:1의 평균 단면 종횡비를 갖는 폴리에틸렌 테이프 물품으로서, 상기 폴리에틸렌은 ASTM D1601-99에 의해 135°C에서 데칼린(decalin)으로 측정시 약 7dl/g 내지 40dl/g의 고유 점도를 가지며, 그리고 상기 테이프 물품은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D882에 의해 측정시 적어도 약 3.6GPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0116] 제4 구현으로, 본 발명은 본 발명의 테이프 물품을 포함하는 직물(fabric)로서, 상기 직물은 직조된(woven) 직물, 니트로된 직물 및 3차원적으로 직조된 직물로 구성되는 그룹으로부터 선택된 직물이다. 바람직하게, 본 발명의 직물은 본 발명의 테이프 물품을 적어도 50중량% 포함하여 구성된다.
- [0117] 제5 구현으로, 본 발명은 본 발명의 테이프 물품의 둘 이상의 단방향성 층을 포함하며, 이는 인접층에서 약 15-90도로 서로 회전되는 테이프 방향을 갖는 라미네이트이다.
- [0118] 제6 구현으로, 본 발명은 본 발명의 직물, 본 발명의 라미네이트 및 이의 조합으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 구성 요소를 포함하는 내충격성 및 내관통성 복합체이다. 바람직하게, 본 발명의 복합체는 탄도성 발사체에 의한 관통, 및 칼 및 다른 날카롭거나 뾰족한 도구에 의한 관통에 저항적이다.
- [0119] 하기 실시예는 본 발명의 보다 완전한 이해를 제공하기 위해 나타낸다. 본 발명의 원리를 설명하기 위해 제시된 특정 기술, 조건, 재료, 비율 및 기록된 데이터는 예시적인 것이며, 본 발명의 범위를 한정하려는 것은 아니다.
- [0120] 측정법
- [0121] 고유 점도
- [0122] 고유 점도의 측정은 135°C 데칼린 용액에서 ASTM D1501-99에 의해 행하였다.
- [0123] 양 인성
- [0124] 양 인성은 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D2256-02에 의해 측정하였다.
- [0125] 테이프 인장 강도
- [0126] 테이프 인장 강도는 10인치(25.4cm) 게이지 길이 및 100%/분의 신장 속도로 ASTM D882-09에 의해 측정하였다.
- [0127] 배향 함수
- [0128] 결정축(c-axis) 배향 함수( $f_c$ )는 폴리에틸렌에 적용되는 바와 같이 Correale, S. T. & Murthy, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 101, 447-454(2006)에 기재된 광각 x-선 회절법에 의해 측정하였다.

[0129] 실시예

[0130] 실시예 1 및 2는 간소화된 시스템의 시험이었다.

[0131] 실시예 1(비교예)

[0132] 12dl/g의 고유 점도, 0.99의 결정축 배향 함수 및 28g/d의 초기 인성을 갖는 1200데니어 다중-필라멘트 UHMW PE 양을 7회전/인치(2.76회전/cm)로 꼬았다. 꼬아진 양의 인성은 15.5g/d이었다. 꼬아진 양을 잡아당기고 융합한 다음, 22℃의 온도 및 약 8,000psi(약 55MPa)의 압력에서 압판(platens) 사이의 프레스에서 정적으로 압축하였다. 테이프 물품의 인장 강도는 23.4g/d의 인성에 해당하는 2.0GPa이었다. 테이프 물품은 본래의 꼬아지지 않은 양의 강도의 83.6%를 보유하였다.

[0133] 실시예 2(비교예)

[0134] 14dl/g의 고유 점도, 0.99의 결정축 배향 함수 및 28g/d의 초기 인성을 갖는 4800데니어 다중-필라멘트 UHMW PE 양을 약 0.025회전/인치(약 0.01회전/cm)로 꼬았다. 상기 양을 155.5℃ 온도의 강제 순환 열풍 오븐에서 2.5:1의 비율로, 그리고 1.07min<sup>-1</sup>의 스트레칭 속도로 스트레칭하였다. 이에 따라 상기 양의 필라멘트는 적어도 부분적으로 서로 융합되었다. 스트레칭되고 융합된 양의 인성은 20g/d이었다.

[0135] 스트레칭되고 융합된 양은 약 0.065cm의 직경을 가졌으며, 이를 152℃의 온도에서 강판을 따라 연속적으로 잡아당긴 다음, 하부의 가열된 강판과 상부의 가열하지 않은 강판 사이에 고정된 갭을 통해 잡아당겼다. 상부 강판은 이의 하부 에지가 상기 양과 접촉선을 형성하도록 하부 강판에 대해 비스듬히 기울여졌다. 상기 양에 대한 인장력은 갭으로 진입시 225g이고 갭에서 나올 때 400g이었다.

[0136] 상기 양은 장력 하에서 갭을 통과할 때에 연속 평평화, 통합 및 압축되어, 이에 따라 테이프가 형성되었다. 상기 테이프는 압축 갭 후에 가열된 강판과의 접촉을 유지하였으며, 일부 스트레칭이 일어났을 수 있다.

[0137] 이에 따라 생성된 상기 테이프 물품은 0.005인치(0.0127cm) 두께 × 0.10인치(0.254cm) 폭의 측면 치수 및 20:1의 중형비를 가졌다. 상기 테이프 인장 강도는 19g/d의 인성 및 본래 양의 강도의 68%에 해당하는 1.62GPa이었다.

[0138] 실시예 3

[0139] 하기 실시예는 본 발명의 제1 구현을 수행하는 발명자에 의해 예상되는 최적의 방식을 나타낸다.

[0140] 14dl/g의 고유 점도, 0.99의 결정축 배향 함수 및 47g/d의 인성을 가지며, 약 0.01회전/cm로 꼬인 1200데니어 겔 스펀 다중-필라멘트 UHMW PE 양을 선택하였다.

[0141] 도 1에 나타낸 바와 같이, 양(10)은 크릴(도시하지 않음) 상에 패키지로부터 감겨지지 않고, 리스트레이닝 롤(20)에 걸쳐 통과한다. 상기 롤은 130℃의 온도를 갖는다. 상기 리스트레이닝 롤을 떠나는 양(80)은 5미터/분의 속도로 직접 제1 압축 닙 롤 페어(30) 안으로 통과한다. 상기 닙 롤은 상기 양에 2.5Kgf(24.5N)의 종방향 인장력을 가한다. 상기 닙 롤은 135℃의 온도를 갖는다. 상기 양은 약 500psi(약 3.4KPa)의 압력 하에서 닙 롤에서 평평화, 통합 및 압축되어 테이프 물품(100)을 형성한다. 상기 제1 압축 닙 롤 페어(30)를 떠나는 테이프 물품은 제2 닙 롤 페어(31)에 의해 가해지는 2.5Kgf(24.5N)의 종방향 인장력 하에 존재한다.

[0142] 상기 테이프 물품(100)은 닙 롤(30) 및 (31) 사이를 통과할 때 강제 순환 열풍 오븐(50)의 두 구역에 들어가고 횡단한다. 상기 오븐 내의 온도는 다음과 같다: 구역 1- 149℃, 구역 2- 150℃. 상기 테이프 물품(100)은 상기 오븐(50)에서 0.11min<sup>-1</sup>의 스트레칭 속도로 스트레칭된다. 스트레칭된 테이프 물품은 닙 롤(31)에서 2차 압축되고, 제2 오븐(51) 내로 통과한다. 제2 닙 롤 온도는 147℃이다.

[0143] 2회 압축되고, 1회 스트레칭된 그 테이프 물품(101)을 제3 닙 롤 페어(32)에 의해 가해지는 2.5Kgf(29.4N)의 종방향 인장력의 영향 하에서 상기 제2 오븐(51)의 제1 및 제2 구역에서 0.096min<sup>-1</sup>의 스트레칭 속도로 스트레칭된

다. 오븐(51) 내의 구역 온도는 각각 151℃ 및 152℃이다.

[0144] 그 다음, 상기 테이프 물품은 제3 세트의 닙 롤(32)에서 150℃의 닙 롤 온도에서 약 500psi(약 3.4KPa)의 압력 하에서 3차 압축된다. 상기 테이프 물품에서 종방향 인장력은 제3 세트의 닙 롤의 입구 및 출구에서 2.5Kgf(29.4N)으로 본질적으로 일정하다. 제3 세트의 닙 롤(32)의 출구에서 상기 테이프 물품에서의 종방향 인장력은 외부 롤(60)에 의해 가해진다.

[0145] 상기 테이프는 외부 롤(60) 상에서 50℃의 온도로 장력 하에 냉각된다. 최종 테이프 물품(70)은 7.5미터/분의 속도로 장력 하에 감겨진다.

[0146] 생성된 새로운 테이프 물품은 0.00697cm의 두께, 0.135cm의 폭 및 20:1의 평균 단면 종횡비로 본질적으로 직사각형의 단면을 갖는다. 상기 테이프 물품의 인장 강도는 42g/d의 인성에 해당하는 3.6GPa이다. 상기 테이프 물품은 이로부터 생성되는 얇의 강도의 89%를 보유한다.

[0147] 실시예 4

[0148] 하기 실시예는 본 발명의 제2 구현을 수행하는 발명자에 의해 예상되는 최적의 방식을 나타낸다.

[0149] 15d1/g의 고유 점도, 0.98의 결정축 배향 함수 및 45g/d의 인성을 가지며, 약 0.01회전/cm로 꼬인 4800데니어 겔 스펀 다중-필라멘트 UHMW PE 얇을 선택하였다.

[0150] 도 3에 나타난 바와 같이, 얇(12)은 크릴(도시하지 않음) 상에 패키지로부터 감겨지지 않고, 리스트레이닝 롤(20)에 걸쳐 연속적으로 통과한다. 상기 롤은 135℃의 온도를 갖는다. 상기 리스트레이닝 롤을 떠나는 얇(82)은 8Kgf(78.4N)의 종방향 인장력 하에서 5미터/분의 속도로 2 구역 오븐(53) 내로 통과한다. 상기 종방향 인장력은 닙 롤(34)의 속도에 의해 조절된다. 제1 및 제2 오븐 구역 온도는 각각 149℃ 및 150℃이다. 상기 얇은 닙 롤로 들어가기 전에 오븐(53)에서 0.09min<sup>-1</sup>의 신장 속도로 스트레칭된다. 스트레칭된 얇은 152℃의 온도에서 닙 롤(34)에서 압축되어 테이프 물품을 형성한다. 상기 테이프 물품은 제2 오븐(54) 내로 통과되고 8Kgf(78.4N)의 종방향 인장력 하에 스트레칭된다. 상기 종방향 인장력은 외부 롤(60)의 속도에 의해 조절된다. 상기 테이프 물품은 152℃의 온도에서 0.086min<sup>-1</sup>의 스트레칭 속도로 스트레칭된다.

[0151] 상기 테이프는 외부 롤(60) 상에서 50℃의 온도로 장력 하에 냉각된다. 최종 테이프 물품(72)은 7미터/분의 속도로 장력 하에 감겨진다.

[0152] 생성된 새로운 테이프 물품은 0.00627cm의 두께, 0.627cm의 폭 및 100:1의 평균 단면 종횡비로 본질적으로 직사각형의 단면을 갖는다. 상기 테이프 물품의 인장 강도는 42g/d의 인성에 해당하는 3.6GPa이다. 상기 테이프 물품은 이로부터 생성되는 얇의 강도의 93%를 보유한다.

[0153] 실시예 5

[0154] 실시예 3에 기재된 본 발명의 테이프 물품을 센티미터당 7.2의 랩 앤드 필(warp and fill) 계수를 갖는 평직물로 직조하였다.

[0155] 실시예 6

[0156] 실시예 4에 기재된 본 발명의 테이프 물품을 센티미터당 1.5의 랩 앤드 필 계수를 갖는 평직물로 직조하였다.

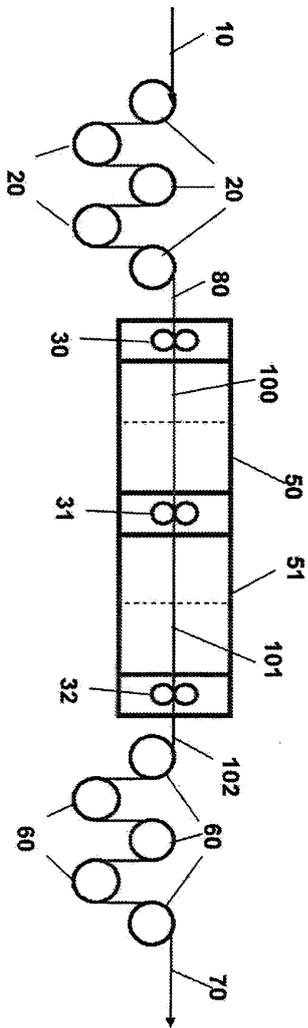
[0157] 실시예 7

[0158] 실시예 3 또는 실시예 4에 기재된 본 발명의 테이프 물품을 다수의 패키지에서 감고, 그 패키지를 크릴 상에 배치한다. 측면 접촉으로 평행 정렬된 크릴로부터 풀려진 상기 테이프 물품의 다중 단부들을 0.00035cm 두께의 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 필름으로 구성된 캐리어 웹 상에 배치한다. 상기 캐리어 웹 및 테이프 물품을 압력을 가하면서 가열된 닙 롤을 통해 통과시켜 테이프 물품을 캐리어 웹에 부착한다. 상기 캐리어 웹 및 이에 부착되어 평행한 테이프 물품을 두 개의 롤에서 감는다.

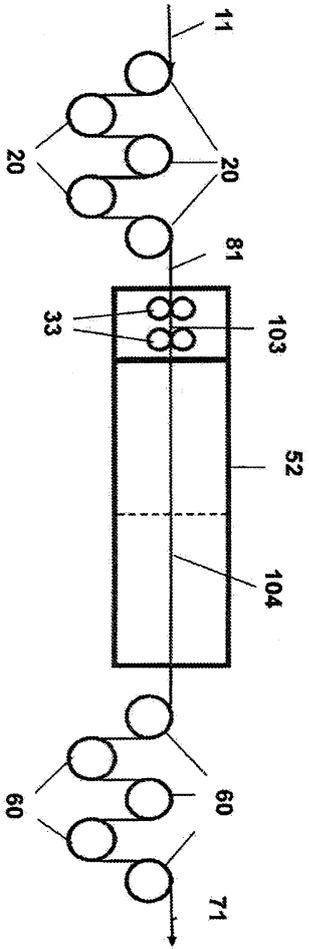
- [0159] 상기 두 롤을 미국 특허 5,173,138호에 기재된 크로스-플라이(cross-plying) 장치에 공급하며, 여기서 상기 테이프 물품을 함유하는 웹은 가열 및 압력 수단에 의해 크로스-플라이되고 통합된다. 이에 따라 4층 라미네이트가 형성되며, 여기서 그 층은 라미네이트에 걸쳐 연속적인 순서로 HDPE-테이프 물품-테이프 물품-HDPE로 이루어지며, 인접층에서 상기 테이프의 방향은 서로에 대해 직각을 이룬다. 이러한 본 발명의 라미네이트를 감는다.
- [0160] 실시예 8
- [0161] 실시예 5 또는 실시예 6에 기재된 본 발명의 직물을 플라이 업(plied up)하고, 느슨하게 연결하여 1.5Kg/m<sup>2</sup>의 면 밀도를 갖는 본 발명의 어셈블리를 형성한다. 본 발명의 어셈블리는 MIL.-STD. 662F에 의해 측정시 9×19mm FMJ 파라블럼 탄환에 대해 적어도 약 500J-m<sup>2</sup>/Kg의 특정 에너지 흡수도를 갖는 것으로 예측된다.
- [0162] 실시예 9
- [0163] 실시예 7에 기재된 본 발명의 라미네이트를 플라이 업하고, 통합하여 1.5Kg/m<sup>2</sup>의 면 밀도를 갖는 본 발명의 내충격성 및 내관통성 복합체 물품을 형성한다. 본 발명의 복합체 물품은 MIL.-STD. 662F에 의해 측정시 9×19mm FMJ 파라블럼 탄환에 대해 적어도 약 500J-m<sup>2</sup>/Kg의 특정 에너지 흡수도를 갖는 것으로 예측된다.
- [0164] 본 발명을 전체적으로 상세하게 설명하였으나, 이러한 상세한 설명은 엄격히 지켜질 필요는 없으며 추가적인 변화 및 변형이 당업자에게 제시될 수 있으며, 이는 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 바와 같은 본 발명의 범위 내에 포함되는 것으로 이해될 것이다.

도면

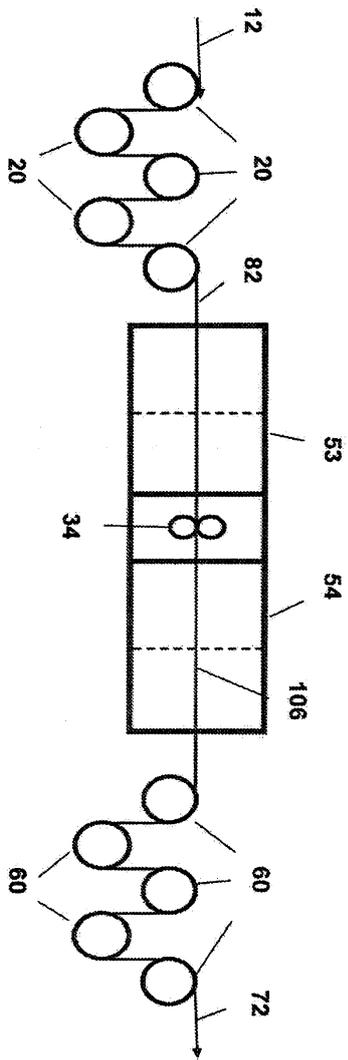
도면1



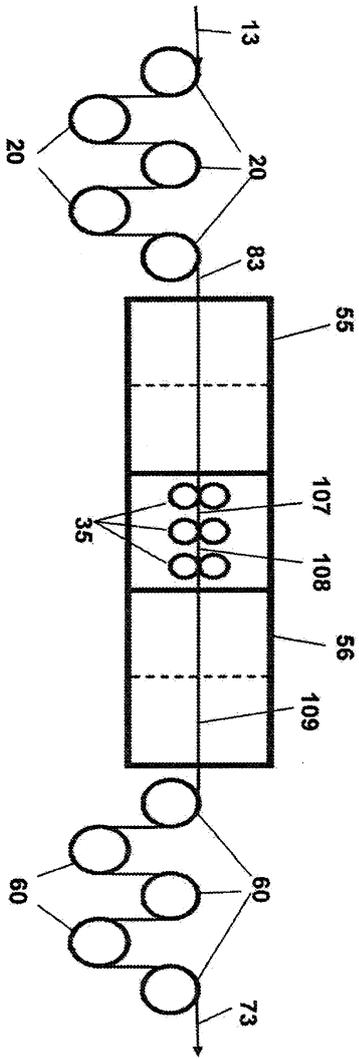
도면2



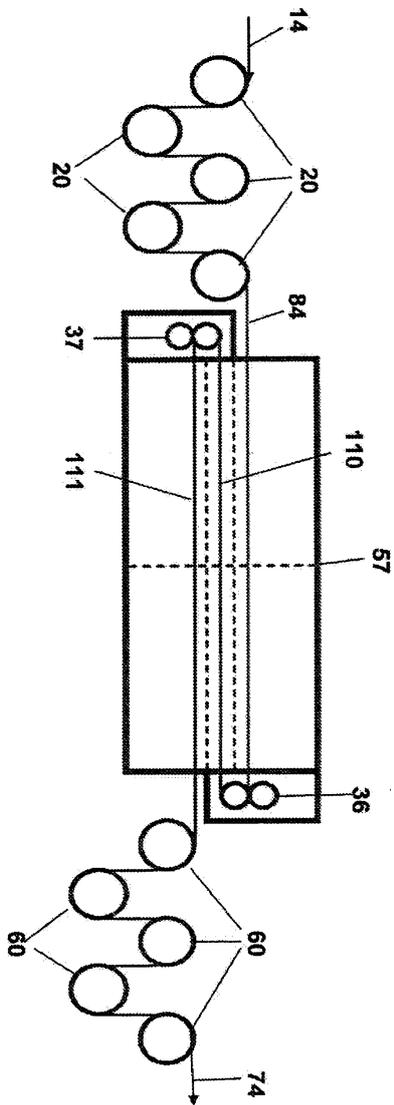
도면3



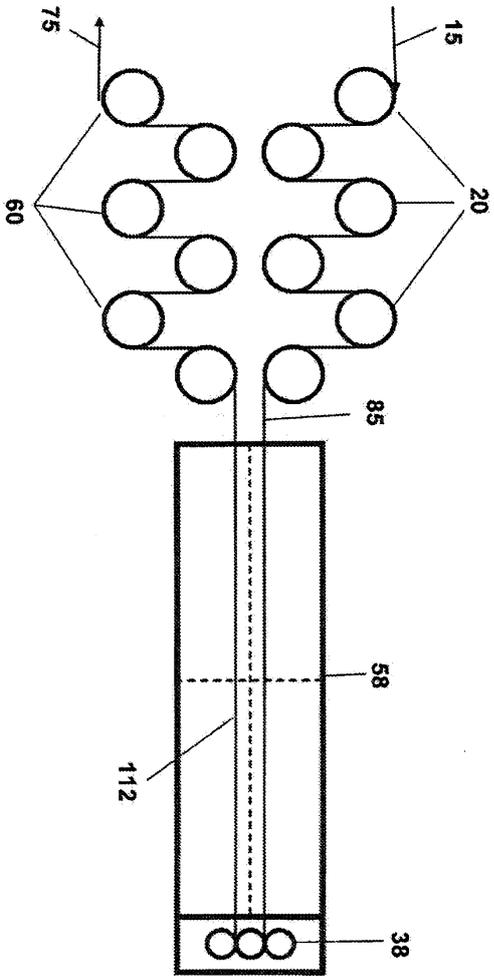
도면4



도면5



도면6



도면7

