



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월29일
 (11) 등록번호 10-1802476
 (24) 등록일자 2017년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 D03D 1/02 (2006.01) B60R 21/16 (2006.01)
 D01F 6/62 (2006.01) D06M 15/693 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0027660
 (22) 출원일자 2011년03월28일
 심사청구일자 2015년10월28일
 (65) 공개번호 10-2011-0109951
 (43) 공개일자 2011년10월06일
 (30) 우선권주장
 1020100028698 2010년03월30일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020090106574 A*
 KR1020100029059 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 코오롱인더스트리 주식회사
 경기도 과천시 코오롱로 11(별양동, 코오롱타워)
 (72) 발명자
 김재형
 경상북도 구미시 상사동로28길 11, 보성2차아파트
 107동 905호 (사곡동)
 광동진
 대구광역시 수성구 달구벌대로652길 48, 301호 (옥수동, 초롱빌라101동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 민병욱

(54) 발명의 명칭 **폴리에스테르 원단 및 그의 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은 폴리에스테르 섬유를 포함하는 에어백용 원단에 관한 것으로, 특히, 내열 상수(X)가 비코팅 원단 상태에서 1.0 내지 6.5 °C·sec/mm인 폴리에스테르 원단 및 그의 제조 방법, 이를 포함하는 차량용 에어백에 관한 것이다.

본 발명의 에어백용 원단은 낮은 모듈러스, 고강도, 고신율의 폴리에스테르 섬유를 사용하여 고강력 및 고내열성의 기계적 물성이 우수하고, 이와 동시에 우수한 수납성, 형태안정성, 및 공기 차단 효과를 제공하며 승객에게 가해지는 충격을 최소화하여 탑승자를 안전하게 보호할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김기정

경상북도 영천시 강남길 37-10, 동신아파트 B동
303호 (완산동)

김희준

대구광역시 동구 신암남로 10 5동 1호 (신암동, 73
신암아파트)

윤정훈

경상북도 구미시 금오대로16길 24, 대원가든 2차
406호 (오태동)

이상목

경상북도 구미시 송동로 154, 파크맨션 105동 170
6호 (도량동)

명세서

청구범위

청구항 1

미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 60 내지 100 g/de이고, 신도 2%에서 20 내지 60 g/de이며, 건열수축율이 1.0% 내지 6.5%이고, 단사 점도가 2.5 DPF 내지 6.8 DPF이며, 고유 점도가 1.11 내지 1.2 dl/g인 폴리에스테르 섬유를 포함하고,

미국재료시험협회규격 ASTM D 1777에 따라 측정된 폴리에스테르 원단의 후도는 0.18 내지 0.43 mm이고,

하기 계산식 1로 정의되는 내열 상수(X)가, 자유낙하시키는 핫-로드의 온도(T)가 600 °C일 때 1.51 내지 1.8 °C · sec/mm인 폴리에스테르 원단:

[계산식 1]

$$\text{내열상수}(X) = (T \times t) / (600 \times D)$$

상기 계산식 1에서,

T는 자유 낙하시키는 핫-로드의 온도이며,

상기 핫-로드는 열전도율 55 W/m · K의 스틸 재질이며, 중량이 50 g이고, 직경 10 mm, 길이 82 mm의 원통 형상이며,

t는 상기 핫-로드를 폴리에스테르 원단으로부터 76 mm의 거리를 두고 상기 폴리에스테르 원단의 상단에 배치하고, 이 위치로부터 원단쪽 방향으로 상기 핫-로드를 길이 방향을 수직 방향으로 자유 낙하시켜, 상기 핫-로드의 평탄한 원형 모양의 단면이 폴리에스테르 원단과 접촉한 후부터 상기 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간(sec)을 나타내고,

D는 상기 폴리에스테르 원단의 후도(mm)를 나타냄.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 핫-로드의 온도(T)가 450 °C일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 2.67 내지 3.0 °C · sec/mm인 폴리에스테르 원단.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 폴리에스테르 섬유의 인장강도가 8.8 내지 10.0 g/d인 폴리에스테르 원단.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 폴리에스테르 섬유는 미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 75 내지 95 g/de이고, 신도 2%에서 22 내지 55 g/de인 폴리에스테르 원단.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 원단은 40 내지 650 테니어의 섬도를 갖는 폴리에스테르 섬유를 포함하는 것인 폴리에스테르 원단.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 원단은 절단신도가 14% 내지 23%이며, 용융 열용량(ΔH)이 40 내지 65 J/g인 폴리에스테르 섬유를 포함하는 것인 폴리에스테르 원단.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 폴리에스테르 원단상에 형성된 고무 성분의 코팅층을 포함하고, 상기 핫-로드가 고무 성분의 코팅층을 포함한 폴리에스테르 코팅 원단과 접촉한 후에 상기 폴리에스테르 코팅 원단을 통과하기까지 소요된 시간(t , sec)을 측정하고 상기 고무 성분의 코팅층을 포함한 폴리에스테르 코팅 원단의 후도(D , mm)를 측정하여 상기 계산식 1에 기초하여 코팅된 폴리에스테르 원단의 내열 상수가 산출되며,

상기 핫-로드의 온도(T)가 450 °C일 때, 코팅된 폴리에스테르 원단의 내열 상수가 6.22 내지 10.9 °C·sec/mm이며;

상기 핫-로드의 온도(T)가 600 °C일 때, 코팅된 폴리에스테르 원단의 내열 상수가 5.6 내지 9.7 °C·sec/mm인 폴리에스테르 원단.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 고무 성분은 분말(powder)형 실리콘, 액상(liquid)형 실리콘, 폴리우레탄, 클로로프로판, 네오프렌고무, 및 에멀전형 실리콘 수지로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 폴리에스테르 원단.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 고무성분의 단위면적당 코팅량이 20 내지 200 g/m²인 폴리에스테르 원단.

청구항 10

고유 점도가 1.55 내지 2.0 dl/g의 폴리에스테르 중합체를 293 내지 295 °C로 용융 방사해서 폴리에스테르 미연신사를 제조하는 단계,

상기 폴리에스테르 미연신사를 연신하여 폴리에스테르 섬유를 제조하는 단계,

상기 폴리에스테르 섬유로 에어백용 생지를 제작하는 단계,

상기 제작된 에어백용 생지를 정련하는 단계, 및

상기 정련된 직물을 텐터링하는 단계

를 포함하고,

상기 폴리에스테르 섬유는 미국재료시험협회규격 ASTM D 885 방법으로 측정한 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 60 내지 100 g/de이고, 신도 2%에서 20 내지 60 g/de이며, 건열수축률이 1.0% 내지 6.5%이고, 단사

섬도가 2.5 DPF 내지 6.8 DPF이며, 미국재료시험협회규격 ASTM D 1777에 따라 측정된 폴리에스테르 원단의 후도가 0.18 내지 0.43 mm이고, 하기 계산식 1로 정의되는 내열 상수(X)가, 자유낙하시키는 핫-로드의 온도(T)가 600 °C일 때 1.51 내지 1.8 °C·sec/mm인 폴리에스테르 원단의 제조 방법:

[계산식 1]

$$\text{내열상수}(X) = (T \times t) / (600 \times D)$$

상기 계산식 1에서,

T는 자유 낙하시키는 핫-로드의 온도이며,

상기 핫-로드는 열전도율 55 W/m·K의 스틸 재질이며, 중량이 50 g이고, 직경 10 mm, 길이 82 mm의 원통 형상이며,

t는 상기 핫-로드를 폴리에스테르 원단으로부터 76 mm의 거리를 두고 상기 폴리에스테르 원단의 상단에 배치하고, 이 위치로부터 원단쪽 방향으로 상기 핫-로드를 길이 방향을 수직 방향으로 자유 낙하시켜, 상기 핫-로드가의 평탄한 원형 모양의 단면이 폴리에스테르 원단과 접촉한 후부터 상기 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간(sec)을 나타내고,

D는 상기 폴리에스테르 원단의 후도(mm)를 나타냄.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 연신은 총연신비 5.99 내지 6.15가 되도록 수행하는 폴리에스테르 원단의 제조방법.

청구항 12

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 폴리에스테르 원단을 포함하는 차량용 에어백.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 에어백은 프론탈용 에어백 또는 사이드 커튼형 에어백인 차량용 에어백.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에어백용 원단 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 낮은 모듈러스 및 고강도 고신율의 폴리에스테르 섬유를 사용하여 고강력 및 고내열성의 기계적 물성이 우수한 폴리에스테르 원단 및 그의 제조 방법, 이를 포함하는 차량용 에어백에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 에어백(air bag)은, 주행중인 차량이 약 40 km/h 이상의 속도에서 정면의 충돌시, 차량에 가해지는 충돌충격을 충격감지센서에서 감지한 후, 화약을 폭발시켜 에어백 내부로 가스를 공급하여 팽창시킴으로써, 운전자 및 승객을 보호하는 장치를 말하는 것이며, 일반적인 에어백 시스템의 구조는 도 1에 도시한 것과 같다.

[0003] 도 1에 도시되는 바와 같이, 일반적인 에어백 시스템은 뇌관(122)의 점화에 의해 가스를 발생시키는 인플레이터(inflator; 121), 그 발생된 가스에 의해 운전석의 운전자 쪽으로 팽창 전개되는 에어백(124)으로 이루어져 조향 휠(101)에 장착되는 에어백 모듈(100)과, 충돌시 충격 신호를 발생하는 충격센서(130), 및 그 충격 신호에 따라 인플레이터(121)의 뇌관(122)을 점화시키는 전자 제어모듈(Electronic Control Module; 110)을 포함하여 구성되어 있다. 이와 같이 구성된 에어백 시스템은 차량이 정면 충돌하게 되면, 충격 센서(130)에서 충격을 감지하여 전자 제어모듈(110)에 신호를 전달한다. 이 때, 이를 인식한 전자 제어모듈(110)은 뇌관(122)을 점화시

켜, 인플레이터(121) 내부의 가스발생제를 연소시킨다. 이렇게 연소되는 가스발생제는 급속한 가스 발생을 통해 에어백(124)을 팽창시킨다. 이렇게 팽창되어 전개된 에어백(124)은 운전자의 전면 상체와 접촉하면서 충돌에 의한 충격하중을 부분적으로 흡수하고, 관성에 의해 운전자의 머리와 가슴이 전방으로 나아가면서 팽창된 에어백(124)과 충돌될 경우, 에어백(124)의 가스는 에어백(124)에 형성된 배출공으로 급속히 배출되며 운전자의 전면부에 완충 작용하게 된다. 따라서, 전면 충돌시 운전자에게 전달되는 충격력을 효과적으로 완충시켜 줌으로써, 2차 상해를 경감할 수 있게 된다.

[0004] 상기와 같이, 자동차에 사용되는 에어백은 일정한 형태로 제조된 후, 그 부피를 최소화하기 위하여 접힌 상태로 자동차의 핸들이나 자동차 측면 유리창 또는 측면 구조물 등에 장착되어 접힌 상태를 유지하였다가 인플레이터(121) 작동시 에어백이 팽창되어 전개될 수 있도록 한다.

[0005] 따라서, 자동차 장착시 에어백의 폴딩성 및 패키지성을 효과적으로 유지하며, 에어백 자체의 손상 및 파열을 막고 우수한 에어백 쿠션 전개 성능을 발휘하고, 승객에게 가해지는 충격을 최소화하기 위해서는, 충돌시에 원활하게 전개되기 위한 저통기성, 에어백 자체의 손상 및 파열을 막기 위한 고강력, 고내열성 등의 우수한 기계적 물성과 함께 폴딩성, 및 승객에게 가해지는 충격을 줄이기 위한 유연성이 매우 중요하다. 그렇지만, 승객의 안전을 위하여 우수한 공기 차단효과 및 유연성을 동시에 유지하며, 에어백이 받는 충격에 충분히 견디고 상기 인플레이터(121)로부터 발생되는 고온 고압의 가스에 충분히 견딜 수 있으며, 자동차내에 효과적으로 장착되어 사용할 수 에어백용 원단은 제안되어 있지 않은 상황이다.

[0006] 종래에는 나일론 66 등의 폴리아미드 섬유가 에어백용 원사의 재료로 사용된 바 있다. 그러나, 나일론 66은 내충격성이 우수하지만 폴리에스테르 섬유에 비해 내습열성, 내광성, 형태안정성의 측면에서 뒤떨어지고 원료 비용도 높은 단점이 있다.

[0007] 한편, 일본특허공개공보 평04-214437호에는 이러한 결점이 경감되는 폴리에스테르 섬유의 사용이 제안되어 있다. 그러나, 이같이 기존의 폴리에스테르 섬유를 사용하여 에어백을 제조하는 경우에는 높은 강연도(stiffness)로 인해 자동차내에 장착시 좁은 공간에 수납하기 어렵고, 고탄성율과 저신율로 인해 고온의 열처리 등에서 과도한 열수축이 발생하며, 고온 고습의 가혹 조건 하에서 충분한 기계적 물성 및 전개 성능을 유지하는데 한계가 있어 왔다.

[0008] 따라서, 차량용 에어백용 원단으로 사용하기에 적합하게 우수한 기계적 물성 및 공기차단 효과를 유지하며, 고온의 열처리 등에서도 충분히 견딜 수 있는 우수한 내열성을 갖고, 승객에게 가해지는 충격을 줄이기 위한 유연성 및 수납성 등의 우수한 물성 특성을 갖는 섬유 원단 개발에 대한 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 고강력 및 고내열성의 우수한 기계적 물성, 유연성, 수납성을 확보할 수 있는 폴리에스테르 원단을 제공하고자 한다.

[0010] 본 발명은 또한, 상기 폴리에스테르 원단을 제조하는 방법을 제공하고자 한다.

[0011] 본 발명은 또한, 상기 폴리에스테르 원단을 포함하는 차량용 에어백을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 60 내지 100 g/de이고, 신도 2%에서 20 내지 60 g/de이며, 건열수축율이 1.0% 내지 6.5%이고, 단사 섬도가 2.5 DPF 내지 6.8 DPF이며, 고유 점도가 1.11 내지 1.2 dl/g인 폴리에스테르 섬유를 포함하고, 미국재료시험협회규격 ASTM D 1777에 따라 측정된 폴리에스테르 원단의 후도는 0.18 내지 0.43 mm이고, 하기 계산식 1로 정의되는 내열 상수(X)가, 자유낙하시키는 핫-로드의 온도(T)가 600 ℃일 때 1.51 내지 1.8 ℃·sec/mm인 폴리에스테르 원단을 제공한다.

[0013] [계산식 1]

[0014] 내열상수(X) = (T×t)/(600×D)

[0015] 상기 계산식 1에서,

- [0016] T는 자유 낙하시키는 핫-로드의 온도이며,
상기 핫-로드는 열전도율 55 W/m·K의 스틸 재질이며, 중량이 50 g이고, 직경 10 mm, 길이 82 mm의 원통 형상이며,
- [0017] t는 상기 원단으로부터 76 m의 거리를 두고 상기 폴리에스테르 원단의 상단에 배치하고, 이 위치로부터 원단쪽 방향으로 상기 핫-로드를 길이 방향을 수직 방향으로 자유 낙하시켜, 상기 핫-로드의 평탄한 원형 모양의 단면이 폴리에스테르 원단과 접촉한 후부터 상기 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간(sec)을 나타내고,
- [0018] D는 상기 폴리에스테르 원단의 후도(mm)를 나타낸다.
- [0019] 본 발명은 또한, 폴리에스테르 섬유로 에어백용 생지를 제작하는 단계, 상기 제작된 에어백용 생지를 정련하는 단계, 및 상기 정련된 직물을 텐터링하는 단계를 포함하는 상기 폴리에스테르 원단의 제조 방법을 제공한다.
- [0020] 본 발명은 또한, 상기 폴리에스테르 원단을 포함하는 차량용 에어백을 제공한다.
- [0021] 이하, 발명의 구체적인 구현예에 따른 폴리에스테르 원단, 그의 제조 방법, 및 이를 포함하는 차량용 에어백에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 발명에 대한 하나의 예시로서 제시되는 것으로, 이에 의해 발명의 권리범위가 한정되는 것은 아니며, 발명의 권리범위 내에서 구현예에 대한 다양한 변형이 가능함은 당업자에게 자명하다.
- [0022] 추가적으로, 본 명세서 전체에서 특별한 언급이 없는 한 "포함" 또는 "함유"라 함은 어떤 구성 요소(또는 구성 성분)를 별다른 제한 없이 포함함을 지칭하며, 다른 구성 요소(또는 구성 성분)의 부가를 제외하는 것으로 해석될 수 없다.
- [0023] 본 발명에서 에어백용 원단이라 함은 자동차용 에어백의 제조에 사용되는 직물 또는 부직포 등을 말하는 것으로, 일반적인 에어백용 원단으로는 래피어 직기로 제작된 나일론 6 평직물 또는 나일론 6 부직포를 사용하고 있으나, 본 발명의 에어백용 원단은 폴리에스테르 섬유를 사용하여 강인성 및 인열강도 등의 기계적 물성이 우수한 특징을 갖는다.
- [0024] 다만, 종래의 나일론 66 등 폴리아미드 섬유 대신에 폴리에스테르를 에어백용 원사로 적용하기 위해서는, 기존에 폴리에스테르 섬유의 높은 모듈러스와 강연도 등에 따른 폴딩성 저하 및 낮은 용융 열용량(ΔH)으로부터 기인한 기계적 물성 저하, 이에 따른 전개 성능 저하를 극복할 수 있어야 한다.
- [0025] 폴리에스테르는 분자구조상 나일론 등에 비해 강연성(stiffness)이 높은 구조를 가지게 되어 높은 모듈러스(high modulus)의 특성을 갖게 된다. 이로 인해, 에어백용 원단으로 사용하여 자동차에 장착할 경우 수납성(packing)이 현저히 떨어지게 된다. 또한, 폴리에스테르 분자쇄 내의 카르복실 말단기(Carboxyl End Group, 이하, "CEG"라 함)는 고온 고습 조건에서 에스테르기(ester bond)를 공격하여 분자쇄 절단을 가져와 에이징후 물성을 저하시키는 원인이 된다.
- [0026] 이에 따라, 본 발명은 낮은 모듈러스의 고강도 고신율 폴리에스테르 섬유를 사용하여 폴리에스테르 원단의 내열상수를 최적화함으로써, 우수한 기계적 물성 및 공기 차단 성능 등을 확보함과 동시에 강연도를 현저히 낮출 수 있어 에어백용 원단으로서 적용시 향상된 물성 개선 효과를 얻을 수 있다.
- [0027] 특히, 본 발명자들의 실험 결과, 소정의 특성을 갖는 폴리에스테르 직물로 에어백용 원단을 제조함에 따라, 고온 고습의 가혹 조건 하에서도 고강력 및 고내열성의 우수한 기계적 물성, 공기 유출 방지, 기밀성 등을 유지할 수 있으며, 보다 향상된 폴딩성, 형태안정성, 및 공기 차단 효과를 나타내어 에어백용 원단으로 사용시 자동차 장착 등에서 보다 우수한 수납성(packing)을 확보할 수 있음이 밝혀졌다.
- [0028] 이에 발명의 일 구현예에 따라, 소정의 특성을 갖는 폴리에스테르 원단이 제공된다. 이러한 폴리에스테르 원단, 즉, 에어백용 폴리에스테르 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 60 내지 100 g/de이고, 신도 2%에서 20 내지 60 g/de이며, 건열수축율이 1.0% 내지 6.5%이고, 단사 섬유도가 2.5 DPF 내지 6.8 DPF이며, 고유 점도가 1.11 내지 1.2 dl/g인 폴리에스테르 섬유를 포함하고, 미국재료시험협회규격 ASTM D 1777에 따라 측정된 폴리에스테르 원단의 후도는 0.18 내지 0.43 mm이고, 하기 계산식 1로 정의되는 내열 상수(X)가, 자유낙하시키는 핫-로드의 온도(T)가 600 °C일 때 1.51 내지 1.8 °C·sec/mm가 될 수 있다.

- [0029] [계산식 1]
- [0030] 내열상수(X) = (T×t)/(600×D)
- [0031] 상기 계산식 1에서,
- [0032] T는 자유 낙하시키는 핫-로드의 온도이며, 상기 핫-로드는 열전도율 55 W/m·K의 스틸 재질이며, 중량이 50 g이고, 직경 10 mm, 길이 82 mm의 원통 형상이며,
- [0033] t는 상기 핫-로드를 폴리에스테르 원단으로부터 76 m의 거리를 두고 상기 폴리에스테르 원단의 상단에 배치하고, 이 위치로부터 원단쪽 방향으로 상기 핫-로드를 길이 방향을 수직 방향으로 자유 낙하시켜, 상기 핫-로드의 평탄한 원형 모양의 단면이 폴리에스테르 원단과 접촉한 후부터 상기 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간(sec)을 나타내고,
- [0034] D는 상기 폴리에스테르 원단의 후도(mm)를 나타낸다.
- [0035] 본 발명자들의 실험 결과, 소정의 범위로 최적화된 내열 상수를 갖는 특정의 폴리에스테르 원단을 사용함에 따라, 고온-고압의 가스의 에너지를 효과적으로 흡수하고 견딜 수 있는 에어백용 원단이 제공될 수 있음이 밝혀졌다. 특히, 상기 폴리에스테르 원단에서 고무 성분으로 코팅 처리 전의 비코팅 원단에 대한 내열 상수(X)가 1.0 내지 6.5 °C·sec/mm, 바람직하게는 1.1 내지 5.8 °C·sec/mm을 나타냄에 따라, 고온-고압 가스의 에너지를 효과적으로 흡수하고 견딜 수 있어 에어백용 원단으로 매우 효과적으로 사용될 수 있음이 확인되었다.
- [0036] 이때, 내열 상수라 함은 상기 계산식 1로 나타낸 바와 같이 폴리에스테르 원단의 후도를 기준으로 고온의 핫-로드(Hot Rod)가 원단을 통과할 때까지의 체류 시간을 의미하는 것으로 것으로서, 고온 조건 하에서 에어백용 원단의 내열성 지수를 의미한다. 상기 내열 상수는 에어백용 원단 재질에 따라 변화되는 임의 값이며, 실제 에어백이 전개될 경우 인플레이터에서 분출되는 순간적인 고온-고압의 가스에 대하여 에어백용 원단이 얼마만큼 견딜 수 있는지를 시뮬레이션(simulation)해 볼 수 있는 내열상수로서, 에어백용 폴리에스테르 원사의 용융 열용량(ΔH)이 높을수록 에어백용 원단의 내열 상수는 높은 값을 가지게 된다.
- [0037] 특히, 상기 폴리에스테르 원단의 내열 상수가 작아지면 에어백 전개시 인플레이터에서 발생하는 고온-고압 가스에 대하여 충분히 견딜 수 있는 원단의 내열성이 떨어지기 때문에, 에어백용 원단으로 적용시 파열되거나 열용착 등이 발생하게 된다. 따라서, 본 발명에서 상기 폴리에스테르 원단의 내열 상수는, 예를 들어, 고무 성분이 코팅 처리되기 전의 비코팅 원단에서 1.0 °C·sec/mm 미만이 될 경우에는 에어백용 원단으로 적용이 어렵게 될 수 있다. 반면에, 상기 폴리에스테르 원단의 내열 상수가 너무 커지면 원단의 결정화도가 지나치게 높아져 결정에 응력이 집중되기 때문에, 에어백용 원단의 인장강도 및 인열강도 등의 기계적 물성이 저하되게 된다. 따라서, 본 발명에서 상기 폴리에스테르 원단의 내열 상수는, 예를 들어, 고무 성분이 코팅 처리되기 전의 비코팅 원단 상태에서 6.5 °C·sec/mm를 초과할 경우에는 에어백용 원단으로서 충분한 기계적 물성을 확보하기 어려울 수 있다.
- [0038] 한편, 본 발명에서 상기 폴리에스테르 원단은 별도의 고무 성분 코팅층 없이 비코팅 원단 상태에서 핫-로드의 온도(T)가 450 °C일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 2.67 내지 3.0 °C·sec/mm이고, 상기 핫-로드의 온도(T)가 600 °C일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 1.51 내지 1.8 °C·sec/mm가 될 수 있다. 또한, 상기 폴리에스테르 원단은 핫-로드의 온도(T)가 350 °C일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 4.2 내지 6.0 °C·sec/mm, 바람직하게는 4.4 내지 5.7 °C·sec/mm이고, 상기 핫-로드의 온도(T)가 750 °C일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 1.0 내지 1.8 °C·sec/mm, 바람직하게는 1.1 내지 1.5 °C·sec/mm가 될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 에어백용 폴리에스테르 원단은 상기 폴리에스테르 원단 표면에 코팅 또는 라미네이트되어 형성된 고무 성분 코팅층을 포함하는 것이 될 수 있으며, 이렇게 고무 성분으로 코팅 처리된 폴리에스테르 원단은 내열 상수(X)가 2.8 내지 17.0 °C·sec/mm, 바람직하게는 3.0 내지 16.5 °C·sec/mm을 나타낼 수 있다.
- [0040] 이때, 상기 고무성분으로는 분말(powder)형 실리콘, 액상(liquid)형 실리콘, 폴리우레탄, 클로로프로펜, 네오프렌고무, 및 에멀전형 실리콘 수지로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 들 수 있으며, 코팅 고무 성분의 종류는 상기 언급된 물질에만 한정되지는 않는다. 다만, 친환경 및 기계적 특성 측면에서 실리콘 코팅이 바람직하다.
- [0041] 상기 고무성분 코팅층의 단위면적당 코팅량은 20 내지 200 g/m², 바람직하게는 20 내지 100 g/m²가 되도록 사용

할 수 있다. 특히, OPW(One Piece Woven) 타입의 사이드 커튼 에어백용 원단의 경우에 있어서는 상기 코팅량이 30 g/m² 내지 95 g/m²가 바람직하고, 에어백용 평직원단의 경우는 상기 코팅량이 20 g/m² 내지 50 g/m² 수준이 바람직하다.

[0042] 상기 폴리에스테르 원단은 고무 성분 코팅층을 포함하는 코팅 원단일 경우에 핫-로드의 온도(T)가 450 ℃일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 6.22 내지 10.9 ℃·sec/mm이고, 상기 핫-로드의 온도(T)가 600 ℃일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 5.6 내지 9.7 ℃·sec/mm가 될 수 있다. 또한, 상기 폴리에스테르 원단은 핫-로드의 온도(T)가 350 ℃일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 9.5 내지 17.0 ℃·sec/mm, 바람직하게는 10.0 내지 16.5 ℃·sec/mm이고, 상기 핫-로드의 온도(T)가 750 ℃일 때, 상기 계산식 1로 정의되는 내열상수(X)는 2.8 내지 6.0 ℃·sec/mm, 바람직하게는 3.0 내지 5.8 ℃·sec/mm가 될 수 있다.

[0043] 본 발명의 바람직한 일례에서, 상기 내열 상수는 도 2에 나타난 바와 같은 장치(hot rod tester)를 이용하여 측정할 수 있다. 상기 측정 장치에서 핫-로드(hot rod tester)를 350 내지 750 ℃, 바람직하게는 380 내지 720 ℃로 가열한 후에 상기 원단의 위쪽 방향에서 떨어질 수 있도록 핫-로드를 배치한다. 이같이 가열된 핫-로드를 상기 원단의 상단에서 폴리에스테르 원단 쪽으로 자유낙하시킨 후에, 상기 핫-로드가 폴리에스테르 원단과 접촉한 후부터 핫-로드가 상기 원단을 완전히 통과할 때까지의 시간을 측정하고, 이 측정값을 폴리에스테르 원단의 후도를 기준으로 하여 상기 계산식 1에 따라 산출하면 상기 폴리에스테르 원단의 내열 상수를 구할 수 있다.

[0044] 특히, 본 발명의 구체적인 바람직한 일 구현예에서, 상기 핫-로드는 상기 폴리에스테르 원단으로부터 거리(d)가 60 내지 85 mm 정도 떨어지도록 상기 원단의 위쪽 방향에 배치할 수 있다. 상기 핫-로드는 열전도율 40 내지 70 W/m·K인 금속 또는 세라믹 재질이며, 중량이 35 내지 65 g인 것을 사용할 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명에서 상기 폴리에스테르 원단에 대한 후도는 미국재료시험협회규격 ASTM D 1777에 따라 측정할 수 있으며, 우수한 기계적 물성 및 공기 차단 효과와 함께 차량 장착시 우수한 수납성 및 폴딩성을 확보하는 측면에서 0.18 내지 0.43 mm, 바람직하게는 0.25 내지 0.38 mm가 될 수 있다. 상기 폴리에스테르 원단의 후도는 에어백 쿠션의 인열강도 및 공기차단성 측면에서는 0.18 mm 이상이 될 수 있으며, 에어백 쿠션의 폴딩성 측면에서 0.43 mm 이하가 될 수 있다.

[0046] 본 발명의 에어백용 원단에서 상기 폴리에스테르 원단은 다양한 섬도의 폴리에스테르 섬유를 포함할 수 있다. 다만, 이러한 폴리에스테르의 섬유의 섬도에 따라 에어백용 원단 적용시 충분한 기계적 물성 및 내열성을 확보하기 위한 내열 상수의 최적 물성 범위가 달라질 수 있다. 상기 폴리에스테르 원단은 특히, 바람직하게는 400 내지 650 데니어의 섬도를 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용할 수 있다. 상기 폴리에스테르 섬유는 쿠션의 폴딩 성능과 에어백 전개시 고온-고압의 전개에너지를 흡수할 수 있는 흡수성능 측면에서 저섬도 고강력으로 유지해야 하므로, 섬도가 400 내지 650 데니어가 될 수 있다. 상기 폴리에스테르 섬유는 에너지 흡수 성능 측면에서 400 데니어 이상의 섬도를 갖는 것이 바람직하고, 에어백 쿠션의 우수한 폴딩성 확보 측면에서 650 데니어 이하의 섬도를 갖는 것이 바람직하다.

[0047] 한편, 본 발명의 에어백용 폴리에스테르 원단은 하기 계산식 2로 정의되는 강인성(Toughness)이 3.5 kJ/m² 내지 6.0 kJ/m², 바람직하게는 3.8 kJ/m² 내지 5.7 kJ/m²가 될 수 있다.

[0048] [계산식 2]

[0049]
$$\text{강인성(Toughness, 파단일)} = \int_0^{\text{절단}} F \cdot dl$$

[0050] 상기 계산식 2에서,

[0051] F는 폴리에스테르 섬유 또는 원단의 길이가 dl만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타내고,

[0052] dl은 폴리에스테르 섬유 또는 원단의 길이가 늘어난 길이를 나타낸다.

[0053] 본 발명의 폴리에스테르 원단은 기존에 비해 높은 수준의 강인성(Toughness, 파단일)을 충족함으로써, 고온-고압의 가스의 에너지를 효과적으로 흡수하고 견딜 수 있는 에어백용 원단이 제공될 수 있다. 이때, 강인성이라 함은 상기 계산식 2로 나타난 바와 같이 섬유(원사 또는 원단을 포괄함; 이하 동일함)가 인장력에 의하여 끊어질 때까지 소비되는 에너지로서, 급격한 충격에 대한 섬유의 저항성을 의미한다. 어떤 섬유가 하중 F에서 그 길이가 l에서 l+dl로 늘어날 경우, 이 때 한 일(work)은 F·dl이 되므로, 섬유를 절단하는 데 필요한 강인성은 상기 계산식 2와 같다. 즉, 이러한 강인성은 원사 및 원단의 강-신도 곡선의 단면적을 나타내는 것으로서, 원단에

사용되는 원사의 강도 및 신도 값이 높을수록 원단에서 발현되는 강인성은 높은 값을 가지게 된다. 특히, 에어백용 원단의 강인성이 낮아지면 에어백 전개시 고온-고압을 갖는 인플레이터의 순간적인 전개 충격을 충분히 흡수할 수 있는 원단의 저항성이 낮아지기 때문에, 에어백용 원단이 쉽게 찢어지는 결과를 초래할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 에어백용 원단은, 예를 들어, 3.5 kJ/m² 이상의 강인성을 확보함으로써, 에어백용 원단으로 효과적으로 적용할 수 있다.

[0054] 이와 함께, 본 발명의 에어백용 원단은 에어백 전개시 고온-고압 가스의 순간적인 큰 힘으로 급속하게 팽창될 경우 응력 집중에 따라 우수한 수준의 인열강도를 갖을 수 있다. 이 때, 상기 에어백용 원단의 파열 강도를 나타내는 인열강도는 폴리에스테르 원단상에 별도의 고무 성분 코팅층을 포함하지 않는 비코팅 원단에 대하여 미국재료시험협회규격 ASTM D 2261 TONGUE 방법으로 측정하였을 때 18 내지 30 kgf가 될 수 있으며, 코팅 원단에 대한 인열강도는 미국재료시험협회규격 ASTM D 2261 TONGUE 방법으로 측정하였을 때, 30 내지 60 kgf가 될 수 있다. 여기서, 에어백용 원단의 인열강도가 비코팅 원단 및 코팅 원단 각각에서 상기 하한값, 즉, 각각 18 kgf 및 30 kgf 미만인 경우에는, 에어백의 전개시 에어백의 파열이 발생함으로써 에어백 기능에 커다란 위험을 초래할 수도 있다. 반면에, 에어백용 원단의 인열강도가 비코팅 원단 및 코팅 원단 각각에서 상기 상한값, 즉, 각각 30 kgf 및 60 kgf를 초과하는 경우에는, 원단의 활탈 저항력(Edge Comb Resistance)이 낮아지며 에어백 전개시 공기차단성이 급격히 나빠짐으로써 바람직하지 못할 수 있다.

[0055] 또한, 일반적으로 폴리에스테르는 분자 구조상 나일론 등에 비해 강연성(stiffness)이 높은 구조를 갖는 것으로, 이로 인해 높은 모듈러스의 특성을 나타내며 에어백용 원단으로 사용시 폴딩성 및 패킹성(packing)이 현저히 떨어져, 자동차의 좁은 공간에 수납이 어렵게 된다. 이에 따라, 본 발명은 고강력 저모듈러스의 특성 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용하여, 원단의 강인성 및 인열강도를 유지함과 동시에, 원단의 강연도(stiffness)를 현저히 낮출 수 있다. 본 발명의 에어백용 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 4032 방법에 따른 강연도가 1.5 kgf 이하 또는 0.2 내지 1.5 kgf, 바람직하게는 0.3 내지 1.2 kgf, 좀더 바람직하게는 0.4 내지 0.8 kgf를 나타낼 수 있다. 이같이 기존의 폴리에스테르 원단에 비해 원단의 강연도(stiffness)를 현저히 낮추게 됨에 따라, 본 발명의 에어백용 원단은 우수한 폴딩성과 유연성, 및 에어백 장착시 향상된 수납성을 나타낼 수 있다.

[0056] 본 발명의 원단은 에어백용으로 사용하기 위해서는 상기 강연도 범위를 유지하는 것이 바람직하고, 강연도가 너무 낮은 경우에는 에어백 팽창 전개시 충분한 보호 지지 기능을 하지 못할 수도 있으며, 차량 장착시에도 형태 유지 성능이 떨어져 수납성이 저하될 수 있다. 또한, 너무 딱딱한 상태가 되어 접기 어렵게 됨으로써 수납성이 저하되는 것을 방지하고, 원단의 변색 현상을 방지하기 위해서는, 상기 강연도는 1.5 kgf 이하가 바람직하고, 특히 460 데니어 미만인 경우에는 0.8 kgf 이하가 바람직하며, 550 데니어 이상인 경우에도 1.5 kgf 이하가 되는 것이 좋다.

[0057] 상기 에어백용 원단의 미국재료시험협회규격 ASTM D 737 방법에 따른 정적 공기투과도는, 비코팅 원단에 대하여 ΔP가 125 pa일 때 10.0 cfm 이하, 바람직하게는 0.3 내지 8.0 cfm, 보다 바람직하게는 0.5 내지 5.0 cfm로 될 수 있으며, ΔP가 500 pa일 때 14 cfm 이하, 바람직하게는 4 내지 12 cfm로 될 수 있다. 또한, 상기 비코팅 원단에 대하여 미국재료시험협회규격 ASTM D 6476 방법에 따른 동적 공기투과도는 1,700 mm/s 이하, 바람직하게는 200 내지 1600 mm/s, 보다 바람직하게는 400 내지 1400 mm/s로 될 수 있다. 이때, 정적 공기투과도라 함은 에어백용 원단에 일정한 압력 부여시 원단으로 투과하는 공기량을 의미하는 것으로, 원사의 단섬도(Denier per Filament)가 작고 원단의 밀도가 높을수록 낮은 값을 가질 수 있다. 또한, 동적 공기투과도라 함은 30~70 kPa의 평균 순간 차등 압력을 부여할 경우 원단으로의 공기투과 정도를 의미하는 것으로, 정적 공기투과도처럼 원사의 단섬도가 작고 원단의 밀도가 높을수록 낮은 값을 가질 수 있다.

[0058] 특히, 에어백용 원단의 공기투과도는 원단의 폴리에스테르 원단상에 형성된 고무 성분 코팅층을 포함함으로써 현저히 낮출 수 있으며, 거의 0 cfm에 근사한 값의 공기투과도를 확보할 수도 있다. 다만, 이같이 고무 성분 코팅층을 포함하는 경우에, 본 발명의 에어백용 코팅 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 737 방법에 따른 정적 공기투과도가, ΔP가 125 pa일 때 2.0 cfm 이하, 바람직하게는 0.3 내지 1.7 cfm, 보다 바람직하게는 0.5 내지 1.5 cfm로 될 수 있으며, ΔP가 500 pa일 때 12 cfm 이하, 바람직하게는 4 내지 10 cfm로 될 수 있다. 또한, 상기 코팅 원단에 대하여, 미국재료시험협회규격 ASTM D 6476 방법에 따른 동적 공기투과도는 1,700 mm/s 이하, 바람직하게는 200 내지 1,600 mm/s, 보다 바람직하게는 400 내지 1,400 mm/s로 될 수 있다.

[0059] 여기서, 본 발명의 에어백용 원단은 비코팅 원단 및 코팅 원단에 대하여 각각 상기 정적 공기투과도 범위의 상한값을 초과하거나, 또는 동적 공기투과도 범위의 상한값을 초과하는 경우에는 에어백용 원단의 기밀성을 유지하는 측면에서는 바람직하지 않을 수 있다.

- [0060] 본 발명에 따른 에어백용 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 5034 방법으로 상온에서 측정된 절단신도가 25% 내지 60%, 바람직하게는 30% 내지 50%로 될 수 있다. 여기서, 원단의 강인성 측면에서는 상기 절단신도가 25% 이상이 바람직하고, 활탈 저항력 측면에서는 상기 절단신도가 60%를 초과하지 않는 것이 바람직하다.
- [0061] 또한, 상기 원단은 ASTM D 1776의 방법으로 측정된 경사방향 및 위사방향의 원단수축율이 각각 1.0% 이하, 바람직하게는 0.8% 이하로 될 수 있다. 여기서, 원단의 형태안정성 측면에서는 경사방향 및 위사방향의 원단수축율이 1.0%를 초과하지 않는 것이 가장 바람직하다.
- [0062] 한편, 본 발명은 에어백용 원단으로서 우수한 성능을 확보할 수 있도록 하기 위하여, 다양한 에이징을 수행하여 향상된 물성이 유지되도록 하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 에이징으로는 고온 에이징(Heat aging), 사이클 에이징(Cycle aging), 및 고습 에이징(Humidity aging)으로 이루어진 군에서 선택된 1 종 이상을 수행할 수 있으며, 바람직하게는 상기 3 가지 에이징을 수행한 후에도 우수한 정도로 강도 및 물성이 유지되도록 할 수 있다.
- [0063] 여기서, 상기 고온 에이징(Heat aging)은 원단을 고온에서 열처리하는 것으로 이뤄지며, 바람직하게는 온도 110 내지 130 °C에서 300 시간 이상 또는 300 내지 500 시간 동안 열처리하는 것으로 이뤄질 수 있다. 또한, 사이클 에이징(Cycle aging)은 원단에 대하여 고온 에이징, 고습 에이징, 저온 에이징을 반복 수행하는 것으로 이뤄지며, 바람직하게는 온도 30 내지 45 °C, 상대습도 93 내지 97 %RH에서 12 내지 48 시간 동안 에이징한 후에, 70 내지 120 °C에서 12 내지 48 시간 동안 에이징하고, -10 내지 -45 °C에서 12 내지 48 시간 동안 에이징하는 공정을 2회 내지 5회 반복 실시하는 것으로 이뤄질 수 있다. 고습 에이징(Humidity aging)은 원단을 고온 다습 조건 하에서 에이징하는 것으로 이뤄지며, 바람직하게는 온도 60 내지 90 °C 및 상대습도 93 내지 97 %RH에서 300 시간 이상 또는 300 내지 500 시간 동안 에이징 하는 것으로 이뤄질 수 있다.
- [0064] 특히, 본 발명의 에어백용 원단은 상기 조건으로 에이징후에 강력을 상온에서 측정된 강력에 대하여 %로 계산한 강력유지율이 80% 이상, 바람직하게는 85% 이상, 좀더 바람직하게는 90% 이상이 될 수 있다. 이같이 고온 및 고습의 가혹 조건 하에서 장시간 에이징 후에도 원단의 강도 및 강력유지율이 우수한 범위로 유지됨으로써, 에어백용 원단으로서 우수한 성능을 발휘할 수 있다.
- [0065] 한편, 발명의 다른 구현예에 따라, 소정의 특성을 갖는 폴리에스테르 섬유로 제조되는 에어백용 폴리에스테르 원단이 제공된다. 상기 폴리에스테르 원단은 단사섬도 2.5 DPF 내지 6.8 DPF이고, 적용되는 섬유의 필라멘트가 110 가닥 이상으로 형성된 폴리에스테르 섬유를 포함하는 것이 될 수 있다.
- [0066] 특히, 본 발명은 기존에 고강도 저신율의 높은 모듈러스를 갖는 폴리에스테르 섬유가 아닌 고강도 고신율의 낮은 모듈러스를 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용함으로써, 에어백 팽창시의 에너지 흡수 능력이 우수할 뿐만 아니라 우수한 형태안정성과 공기 차단성 및 우수한 폴딩성을 갖는 에어백용 폴리에스테르 원단을 제공할 수 있다.
- [0067] 또한, 본 발명의 에어백용 폴리에스테르 원단은 다양한 섬도의 폴리에스테르 섬유를 포함할 수 있다. 다만, 이러한 폴리에스테르의 섬유의 섬도에 따라 에어백용 원단 적용시 충분한 기계적 물성 및 내열성을 확보하기 위한 내열 상수의 최적 물성 범위가 달라질 수 있다. 상기 폴리에스테르 원단은 특히, 바람직하게는 400 내지 650 데니어의 섬도를 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용할 수 있다. 상기 폴리에스테르 섬유는 쿠션의 폴딩 성능과 에어백 전개시 고온-고압의 전개에너지를 흡수할 수 있는 흡수성능 측면에서 저섬도 고강력으로 유지해야 하므로, 섬도가 400 내지 650 데니어가 될 수 있다. 상기 폴리에스테르 섬유는 에너지 흡수 성능 측면에서 400 데니어 이상의 섬도를 갖는 것이 바람직하고, 에어백 쿠션의 우수한 폴딩성 확보 측면에서 650 데니어 이하의 섬도를 갖는 것이 바람직하다.
- [0068] 본 발명의 폴리에스테르 원단은 고유점도가 1.55 내지 2.0 dl/g인 폴리에스테르 칩으로 제조된 폴리에스테르 섬유를 사용할 수 있다. 이러한 폴리에스테르 섬유의 고유점도는 1.11 내지 1.2 dl/g가 될 수 있다. 상기 폴리에스테르 원단이 상온 및 고온, 고습의 가혹 조건 하에서 에이징 후에도 우수한 물성을 유지하기 위해서는, 폴리에스테르 섬유를 고유점도 1.55 dl/g 이상인 폴리에스테르 칩으로 제조하는 것이 바람직하다. 또한, 저수축의 특성을 발현하기 위하여 고유점도 2.0 dl/g 이하인 폴리에스테르 칩으로 제조된 폴리에스테르 섬유를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0069] 상기 폴리에스테르 섬유는 일반적인 코팅 직물의 라미네이트 코팅 온도에 해당하는 150 °C 에서의 수축응력이 0.005 내지 0.075 g/d인 것이 바람직하고, 일반적인 코팅 원단의 졸 코팅 온도에 해당하는 200 °C에서의 수축응력이 0.005 내지 0.075 g/d인 것이 바람직하다. 즉, 상기 150 °C와 200 °C에서의 수축응력이 각각 0.005 g/d 이상은 되어야 코팅 공정중 열에 의한 원단의 처짐 현상을 막을 수 있고, 0.075 g/d 이하가 되어야 코팅공정을

지나 상온에서 냉각될 때 이완응력을 완화시킬 수 있다.

- [0070] 또한, 상기 폴리에스테르 섬유는 코팅공정 중 열처리시 일정 수준 이상의 장력을 주어 제직형태를 유지하여 결과적으로 에어백용 원단의 형태 변형을 방지하기 위해 177 °C에서의 수축율이 6.5% 이하인 것이 바람직하다.
- [0071] 본 발명에서 정의하는 상기 수축응력은 0.10 g/d의 고정 하중 하에서 측정된 값을 기준으로 하며, 수축율은 0.01 g/d의 고정 하중 하에서 측정된 값을 기준으로 한다.
- [0072] 상기 폴리에스테르 섬유는 통상의 폴리에스테르 중에서도 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 원사인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 PET를 70 몰% 이상, 바람직하게는 90몰% 이상 포함하는 PET 원사인 것이 바람직하다.
- [0073] 또한, 상기 폴리에스테르 섬유의 필라멘트수는 많을수록 소프트한 촉감을 줄 수 있으나, 너무 많은 경우에는 방사성이 좋지 않을 수 있으므로, 필라멘트수는 96 내지 160으로 될 수 있다.
- [0074] 특히, 상기 폴리에스테르 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 즉, 1% 신장된 지점에서 60 내지 100 g/de, 바람직하게는 75 내지 95 g/de이며, 신도 2%에서 즉, 2% 신장된 지점에서 20 내지 60 g/de, 바람직하게는 22 내지 55 g/de인 폴리에스테르 섬유를 사용할 수 있다. 이는 통상의 폴리에스테르 섬유의 모듈러스(Young's modulus)가 1% 신장된 지점에서의 모듈러스(Young's modulus)가 110 g/de 이상이며, 2% 신장된 지점에서의 모듈러스가 80 g/de 이상인 것과 비교시, 현저히 낮은 초기 모듈러스를 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용하여 본 발명의 에어백용 원단을 제조할 수 있는 것이다.
- [0075] 이 때, 상기 폴리에스테르 섬유의 모듈러스는 인장시험시 얻어지는 응력-변형도 선도의 탄성 구간 기울기로부터 얻어지는 탄성계수의 물성값으로, 물체를 양쪽에서 잡아 늘일 때, 물체의 늘어나는 정도와 변형되는 정도를 나타내는 탄성률에 해당하는 값이다. 상기 섬유의 모듈러스가 높으면 탄성은 좋으나 원단의 강연도(stiffness)가 나빠질 수 있으며, 모듈러스가 너무 낮을 경우 원단의 강연도는 좋으나 탄성회복력이 낮아져서 원단의 강연성이 나빠질 수 있다. 이같이, 기존에 비해 낮은 범위의 초기 모듈러스를 갖는 폴리에스테르 섬유로부터 제조되는 본 발명의 폴리에스테르 원단은 기존의 폴리에스테르 원단의 높은 강연도(stiffness) 문제 등을 해결하고, 우수한 폴딩성, 유연성, 및 수납성을 나타낼 수 있다.
- [0076] 한편, 상기 폴리에스테르 섬유는 인장강도가 8.8 g/d 이상, 바람직하게는 8.8 내지 10.0 g/d, 보다 바람직하게는 9.2 g/d 내지 9.8 g/d이고, 절단신도가 14% 내지 23%, 바람직하게는 15% 내지 22%를 나타낼 수 있다. 또한, 상기 원사는 건열수축율이 6.5% 이하 또는 1.0% 내지 6.5%, 바람직하게는 2.0 % 내지 5.6 %을 나타낼 수 있고, 용융 열용량(ΔH)이 40 내지 65 J/g, 바람직하게는 45 내지 58 J/g를 나타낼 수 있다.
- [0077] 이미 상술한 바와 같이, 본 발명의 에어백용 폴리에스테르 원단은 고유점도 및 초기 모듈러스, 신율 범위를 최적 범위로 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용하여 제조하여, 에어백용 원단으로 제조시 우수한 성능을 발휘할 수 있다.
- [0078] 상기 폴리에스테르 섬유는 PET 중합체를 용융 방사하여 미연신사를 제조하고, 상기 미연신사를 연신하는 방법으로 제조될 수 있고, 이들 각 단계의 구체적 조건이나 진행 방법이 폴리에스테르 섬유의 물성에 직·간접적으로 반영되어 본 발명의 에어백용 원단에 효과적으로 사용할 수 있는 폴리에스테르 섬유가 제조될 수 있다.
- [0079] 특히, 좀더 바람직한 일 구현예에서, 상기 고강도 고신율 저모듈러스 폴리에스테르 섬유는 폴리에틸렌테레프탈레이트를 70 몰% 이상 포함하고 고유점도가 1.55 내지 2.0 dl/g인 고점도 중합체를 사용하여 293 내지 295 °C의 저온에서 용융 방사하여 폴리에스테르 미연신사를 제조하는 단계, 및 상기 폴리에스테르 미연신사를 5.99 내지 6.15의 연신비 조건 하에서 연신하는 단계를 포함하는 방법으로 제조할 수 있다. 이 때, 카르복실 말단기(CEG) 함량이 낮은, 바람직하게는 30 meq/kg 이하의 고점도 PET 중합체를 사용하여 저온 조건 하에서, 더욱 바람직하게는 저온/저속 조건 하에서 용융 방사함으로써, 원사의 고유점도 저하 및 CEG 함량 증가를 최대한으로 억제하고, 원사의 우수한 기계적 물성을 유지하면서 동시에 고신율 특성을 확보할 수 있다. 더욱이, 후속의 연신 공정에서 5.99 내지 6.15의 최적화된 연신비 조건 하에서 연신을 수행함으로써, 원사의 신율 저하를 최대한 억제함으로써, 고강도 고신율의 저모듈러스를 갖는 폴리에스테르 섬유를 제조하여 에어백용 원단 직물에 효과적으로 적용할 수 있다.
- [0080] 여기서, 상기 용융 방사 공정을 고온으로 수행할 경우, 예컨대, 295 °C를 초과하여 수행할 경우에는 PET 중합체의 열분해가 다량으로 발생하여 고유점도 저하 및 CEG 함량의 증가가 커질 수 있으며, 고온에서 분자내 배향성 증가로 신율의 저하 및 모듈러스 증가가 커질 수 있고, 원사의 표면 손상으로 전반적인 물성 저하를 초래할 수

있어 바람직하지 않다. 또한, 너무 높은 연신비, 예컨대 6.15를 초과하는 연신비 조건 하에서 상기 연신 공정을 진행하면, 과연신 수준이 되어 상기 연신사에 절사 또는 모우 등이 발생할 수 있어 위 제조 방법을 통해 제조된 폴리에스테르 섬유 역시 에어백용 원단으로 사용하기에 바람직한 물성을 나타내기 어렵다. 그리고, 비교적 낮은 연신비 하에서 연신 공정을 진행하면, 섬유 배향도가 낮아 이로부터 제조된 폴리에스테르 섬유의 강도가 일부 낮아질 수 있으므로, 바람직하게는 5.99 이상의 연신비 하에서 연신 공정을 수행하는 것이 에어백용 원단 등에 적용되기에 적합한 고강도 고신율 저모듈러스의 폴리에스테르 섬유의 제조가 가능하다.

- [0081] 한편, 이같이 높은 연신비 조건 하에서 고강도이면서도 저모듈러스의 고신율인 폴리에스테르 섬유를 제조하는 측면에서, 후속 공정의 제반 조건을 최적화하여 수행할 수 있다. 특히, 직접 방사 연신 공정으로 고강도 및 저수축의 성질을 동시에 만족시키면서 낮은 모듈러스의 폴리에스테르 섬유를 제조하기 위하여 고점도의 폴리에틸렌테레프탈레이트 중합 칩을 사용하여 용융 방사한 다음, 와인더에 권취하기까지 다단 고깃 롤러를 거치며 연신, 열고정, 이완, 권취하는 공정을 포함하여, 이러한 공정의 제반 조건을 효과적으로 최적화할 수 있다.
- [0082] 이러한 측면에서, 상기 연신 공정은 상기 미연신사를 오일 픽업량 0.2% 내지 2.0%의 조건 하에서 고깃 롤러를 통과시킨 후에 수행할 수 있다.
- [0083] 상기 이완 과정에서 이완률은 1% 내지 14%가 바람직하며, 1% 미만일 경우에는 수축율의 발현이 어려우며 높은 연신비 조건 하에서와 마찬가지로 높은 섬유 배향도 형성에 따라 고신율 저모듈러스 섬유 제조가 어려워질 수 있으며, 14%를 초과할 경우에는 고깃 롤러상에서 사떨림이 심해져서 작업성을 확보할 수가 없다.
- [0084] 또한, 상기 연신 공정에서는 상기 미연신사를 대략 210 내지 250 °C의 온도 하에서 열처리하는 열고정 공정을 추가로 수행할 수 있으나, 좀더 바람직하게는 에어백용 원사의 용융 열용량(ΔH) 향상을 위해서는 상기 연신 공정의 적절한 진행을 위해 230 내지 250 °C의 온도로 열처리를 하는 것이 좋다. 여기서, 온도가 210 °C 미만일 경우에는 열적 효과가 충분하지 못함으로써 고분자 결정구조의 결정화도가 부족할 뿐만 아니라 이완효율도 떨어짐으로써 우수한 수축률 달성이 어려우며, 250 °C를 초과할 경우에는 열분해에 의한 원사강도 저하 및 롤러상 타르 발생이 증가하여 작업성이 저하될 수 있다.
- [0085] 이때, 상기 고깃 롤러를 통과하는 연신사에 대한 권취속도는 2,000 내지 4,000 m/min, 바람직하게는 2,500 내지 3,700 m/min으로 수행할 수 있다.
- [0086] 상기와 같은 공정 최적화를 통해 낮은 초기 모듈러스를 갖고 고강도 고신율의 에어백용 폴리에스테르 섬유를 확보할 수 있다. 또한, 이러한 용융 방사 및 연신 공정의 최적화를 통해, 높은 습도 조건 하에서 산으로 존재하여 폴리에스테르 섬유의 기본 분자쇄 절단을 유발시키는 카르복실 말단기(CEG, Carboxyl End Group)를 최소화할 수 있다. 따라서, 이러한 폴리에스테르 섬유는 낮은 초기 모듈러스 및 높은 신율 범위를 동시에 나타내어 우수한 기계적 물성 및 수납성, 형태안정성, 내충격성, 공기 차단 효과를 갖는 에어백용 원단에 바람직하게 적용될 수 있다.
- [0087] 또한, 본 발명의 또 다른 구현예에 따라, 폴리에스테르 섬유를 사용한 에어백용 원단의 제조 방법이 제공된다. 상기 에어백용 폴리에스테르 원단의 제조 방법은 에어백용 생지를 제직하는 단계, 상기 제직된 에어백용 생지를 정련하여 하는 단계, 및 상기 정련된 직물을 텐터링하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0088] 본 발명에서 상기 폴리에스테르 섬유는 통상적인 제직 방법과, 정련 및 텐터링 공정을 거쳐서 최종적인 에어백용 원단으로 제조될 수 있다. 이때, 원단의 제직형태는 특정 형태에 국한되지 않으며 평직 타입과 OPW(One Piece Woven) 타입의 제직형태 모두가 바람직하다.
- [0089] 특히, 본 발명의 에어백용 원단은 상기 폴리에스테르 섬유를 위사 및 경사로 이용하여 비밍(beaming), 제직, 정련, 및 텐터링 공정을 거쳐 제조될 수 있다. 상기 원단은 통상적인 제직기를 사용하여 제조할 수 있으며, 어느 특정 직기를 사용하는 것에 한정되지 않는다. 다만, 평직형태의 원단은 레피어 직기(Rapier Loom)나 에어제트 직기(Air Jet Loom) 또는 워터제트 직기(Water Jet Loom) 등을 사용하여 제조할 수 있으며, OPW 형태의 원단은 자카드 직기(Jacquard Loom)를 사용하여 제조할 수 있다.
- [0090] 다만, 본 발명은 기존에 비해 고강도 고신율의 낮은 수축율을 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용함에 따라, 기존에 비해 좀더 높은 온도에서 열처리 공정을 수행할 수 있다. 즉, 본 발명에서는 상기 제직된 생지를 정련 및 텐터링하는 공정을 거쳐, 텐터링된 직물에 고무성분으로 코팅하고 건조한 후에 가황온도 140 내지 210 °C, 바람직하게는 160 내지 200 °C, 및 가장 바람직하게는 175 내지 195 °C에서 경화시키는 과정을 수행하며, 상기 가황온도는 원단의 인열강도 등 기계적 물성 유지 측면에서 140 °C 이상이 되어야 하며, 강연도 측면에서 210 °C 이하가 되어야 한다. 특히, 상기 열처리 공정은 다단계로 수행할 수 있으며, 예를 들어 150 내지 170 °C에서 1차 열처

리 공정을 수행한 후에, 170 내지 190 ℃에서 2차 열처리 공정을 수행한 후에, 190 내지 210 ℃에서 3차 열처리 공정을 수행할 수 있다.

- [0091] 이같이 본 발명의 폴리에스테르 원단을 고온 열처리 공정을 통해 제조하는 경우에, 폴리에스테르 섬유 자체의 저수축율 특성으로 제질 밀도 등을 향상시킴으로써, 우수한 형태안정성 및 공기 차단 효과, 강연성 향상 및 인열강도 개선 효과를 더욱 크게 부여할 수 있다.
- [0092] 또한, 상기 가황온도에서 경화 시간은 30 내지 120 초, 바람직하게는 35 내지 100 초, 및 가장 바람직하게는 40 내지 90 초 범위에서 수행할 수 있다. 여기서, 상기 경화시간이 30 초 미만인 경우에 고무성분에 의한 코팅층의 경화 작업이 효과적으로 이뤄지지 않아 원단의 기계적 물성이 저하되어 코팅이 벗겨지는 등의 문제가 있으며, 상기 경화 시간이 120 초를 초과하는 경우에 최종 제조된 원단의 강연도 및 후도가 증가하여 폴딩성이 떨어지는 문제가 발생한다.
- [0093] 본 발명의 에어백용 원단은 원단의 일면 또는 양면에 전술한 바와 같은 고무성분에 의한 코팅을 실시할 수 있으며, 상기 고무성분의 코팅층은 나이프 코트법, 닥터블레이드법, 또는 분무코팅법으로 적용할 수 있지만, 이 또한 상기 언급된 방법에만 한정되지는 않는다.
- [0094] 이렇게 코팅된 에어백용 원단은 재단과 봉제공정을 거치면서 일정한 형태를 갖는 에어백 쿠션 형태로 제조될 수 있다. 상기 에어백은 특별한 형태에 국한되지 아니하며 일반적인 형태로 제조될 수 있다.
- [0095] 한편, 발명의 또 다른 구현예에 따라, 상술한 폴리에스테르 원단을 포함하는 차량용 에어백이 제공된다. 또한, 상기의 에어백을 포함하는 에어백 시스템이 제공되며, 상기 에어백 시스템은 관련 업자들에게 잘 알려진 통상의 장치를 구비할 수 있다.
- [0096] 상기 에어백은 크게 프론탈 에어백(Frontal Airbag)과 사이드 커튼 에어백(Side Curtain Airbag)으로 구분될 수 있다. 상기 프론탈용 에어백에는 운전석용, 조수석용, 측면보호용, 무릎보호용, 발목보호용, 보행자 보호용 에어백 등이 있으며, 사이드 커튼 타입 에어백은 자동차 측면충돌이나 전복사고시 승객을 보호하게 된다. 따라서, 본 발명의 에어백은 프론탈용 에어백과 사이드 커튼 에어백을 모두 포함한다.
- [0097] 본 발명에 있어서 상기 기재된 내용 이외의 사항은 필요에 따라 가감이 가능한 것이므로, 본 발명에서는 특별히 한정하지 아니한다.

발명의 효과

- [0098] 본 발명에 따르면, 고강력 및 고내열성의 우수한 기계적 물성을 갖는 폴리에스테르 원단 및 이를 이용해 얻어지는 차량용 에어백이 제공된다.
- [0099] 이러한 폴리에스테르 원단은 낮은 모듈러스, 고강도, 고신율의 폴리에스테르 섬유를 사용하여 고온의 열처리 공정을 통해서도 열수축을 최소화하며 우수한 내열성, 기계적 물성, 형태안정성, 및 공기 차단 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 이와 동시에 우수한 폴딩성 및 유연성을 확보할 수 있어 자동차 장착시 수납성을 현저히 개선하고 동시에 승객에게 가해지는 충격을 최소화하여 탑승자를 안전하게 보호할 수 있다.
- [0100] 따라서, 본 발명의 폴리에스테르 원단은 차량용 에어백 제조 등에 매우 바람직하게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0101] 도 1은 일반적인 에어백 시스템을 나타낸 도면이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 내열 상수의 측정장치를 나타낸 사진이다.
 도 3은 실시예 1에 따라 제조된 폴리에스테르 비코팅 원단의 핫-로드 온도에 따른 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간을 나타낸 그래프이다.
 도 4는 비교예 1에 따라 제조된 폴리에스테르 비코팅 원단의 핫-로드 온도에 따른 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0102] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0103] 실시예 1~5

[0104] 소정의 고유점도를 갖는 PET 칩을 용융 방사기를 통해 1 스텝(step)으로 폴리에스테르 섬유를 제조한 후에, 상기 원사를 사용하여 래피어직기를 통해 에어백용 원단 생지를 제작하고, 정련 및 텐터링 공정을 거쳐 폴리에스테르 원단을 제조하였다.

[0105] 이때, PET 칩의 고유점도, CEG 함량, 용융방사온도, 연신비, 열처리 온도, 원사의 강인성, 인열강도, 인장강도, 용융 열용량(ΔH) 등의 물성, 및 원단의 경사 및 위사 제직밀도, 제직형태, 열처리 온도, 고무성분, 코팅량은 하기 표 1에 나타난 바와 같으며, 고무 성분의 코팅층 형성 공정은 나이프 코팅(knife over roll coating) 방법으로 수행하였다. 이외에 나머지 조건은 에어백용 폴리에스테르 원단 제조를 위한 통상적인 조건에 따랐다.

표 1

[0106]

구 분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5
PET 함량(몰%)	100	100	100	100	100
PET 칩의 고유점도(dI/g)	1.25	1.33	1.40	1.55	1.75
PET 칩의 CEG (meq/kg)	30	27	24	23	22
방사온도(°C)	293	295	295	295	295
연신비	5.99	6.03	6.07	6.11	6.15
원사의 열처리온도(°C)	235	239	243	240	244
원사의 고유점도(dI/g)	0.93	0.97	1.05	1.11	1.20
원사의 강인성 (Toughness, J/m ²)	79	80	86	87	86
원사의 모듈러스 (신도 1%에서, g/de)	85	84	79	78	82
원사의 모듈러스 (신도 2%에서, g/de)	47.0	46.6	26.8	26.3	26.0
원사의 인장강도 (g/d)	9.1	9.2	9.25	9.3	9.35
원사의절단신도 (%)	16.5	17	18.7	19.0	18.5
원사의 용융 열용량(ΔH)	47.6	48.6	49.5	51	52.5
건열수축율 (%)	5.2	5.3	2.8	4.0	5.3
단사섬도 (DPF)	3.82	3.23	2.92	4.61	4.17
총섬도 (de)	420	420	420	600	600
필라멘트수	110	130	144	130	144
제직밀도(경사×위사)	49x49	49x49	49x49	43x43	43x43
제직형태	평직	평직	평직	평직	평직
가황온도(°C)	180	185	190	185	190
고무성분	액상 실리콘	액상 실리콘	액상 실리콘	액상 실리콘	액상 실리콘
고무 코팅량 (g/m ²)	25	25	25	25	25

[0107] 상기 실시예 1~5에 따라 제조된 폴리에스테르 원단에 대하여 다음의 방법으로 물성을 측정하였으며, 측정된 물성은 하기 표 2에 정리하였다.

[0108] (a) 후도

[0109] 고무 성분이 코팅 처리 전의 비코팅된 폴리에스테르 직물 및 고무 성분 코팅된 폴리에스테르 원단을 사용하여 각각의 후도(D)를 미국재료시험협회규격 ASTM D 1777에 따라 측정하였다.

[0110]

[0111] (b) 내열상수

[0112] 고무 성분이 코팅 처리 전의 비코팅된 폴리에스테르 직물 및 고무 성분 코팅된 폴리에스테르 원단을 사용하여

각각의 시편으로 가로50mm×세로50mm를 재단한 후, 도 2에 나타난 바와 같은 핫-로드 테스터(hot rod tester) 장치에 상기 시편을 장착하였다. 또한, 상기 테스터 장치에서 핫-로드(스틸 재질, 직경 10 mm, 길이 82 mm, 무게 50 g, 열전도율 55 W/m·K)를 승온 속도 20 °C/min로 가열하여 각각 450 °C 및 600 °C의 온도(T)로 달군 후에 상기 시편으로부터 거리(d)가 76 mm 정도 떨어지도록 시편의 위쪽 방향에 배치하고, 상기 위치에서 핫-로드를 시편쪽으로 자유낙하시켰다. 이같이 자유낙하시킨 핫-로드가 시편을 접촉한 후부터 시편을 완전히 통과할 때까지의 시간(t, sec)을 측정하고, 하기 계산식 1에 의해 내열상수 값을 계산하였다.

[0113] 실시예 1에 따른 폴리에스테르 비코팅 원단의 핫-로드 온도에 따른 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간(t, sec)에 대한 그래프를 도 3에 나타내었다. 이와 동일한 방법으로 나머지 폴리에스테르 원단에 대하여서도, 자유낙하시킨 핫-로드의 체류 시간을 측정하고 상기 계산식 1에 따라 각각의 내열상수를 산출하였다.

[0114] 특히, 이러한 측정을 각각의 폴리에스테르 원단에 대하여 10회 반복하여 실시한 후에, 평균 내열 상수를 산출하여 하기의 표 2에 나타내었다.

[0115] [계산식 1]

[0116]
$$\text{내열상수}(X) = (T \times t) / (600 \times D)$$

[0117] 상기 계산식 1에서,

[0118] T는 자유 낙하시키는 핫-로드의 온도이며, 상기 핫-로드는 열전도율 55 W/m·K의 스틸 재질이며, 중량이 50 g이고, 직경 10 mm, 길이 82 mm의 원통 형상이며,

[0119] t는 상기 핫-로드를 폴리에스테르 원단으로부터 76 mm의 거리를 두고 상기 폴리에스테르 원단의 상단에 배치하고, 이 위치로부터 원단쪽 방향으로 상기 핫-로드를 길이 방향을 수직 방향으로 자유 낙하시켜, 상기 핫-로드의 평탄한 원형 모양의 단면이 폴리에스테르 원단과 접촉한 후부터 상기 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간(sec)을 나타내고,

[0120] D는 상기 폴리에스테르 원단의 후도(mm)를 나타내며, 코팅 원단의 경우 코팅층을 포함하는 원단의 후도(mm)를 나타낸다.

[0121] (c) 강인성(Toughness)

[0122] 하기 계산식 2에 의해 강인성(Toughness, J/m²) 값을 계산하였다.

[0123] [계산식 2]

[0124]
$$\text{강인성(Toughness, 파단일)} = \int_0^{\text{절단}} F \cdot dl$$

[0125] 상기 계산식 2에서,

[0126] F는 폴리에스테르 섬유 또는 원단의 길이가 dl만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타내고,

[0127] dl은 폴리에스테르 섬유 또는 원단의 길이가 늘어난 길이를 나타낸다.

[0128] 이때, 원단의 강인성은 코팅 처리 전의 비코팅된 원단으로 측정하였다.

[0129] (d) 인열강도

[0130] 코팅 처리 전의 비코팅된 원단 및 코팅 처리후의 코팅된 원단을 사용하여 각각의 시편으로 가로75mm×세로200mm를 재단한 후, 상기 시편의 위쪽과 아래쪽 각각을 미국재료시험협회규격 ASTM D 2261 TONGUE에 따른 장치에서 상단 및 하단의 물림 장치면(jaw face)의 좌우공간 사이에 위치시키고, 상기 물림 장치면(jaw face) 간격을 기준으로 76 mm/min, 300 mm/min 인열속도로 에어백용 원단의 인열강도를 측정하였다.

- [0131] (e) 인장강도 및 절단신도
- [0132] 코팅 처리 전의 비코팅된 원단으로 시편을 재단하여 미국재료시험협회규격 ASTM D 5034에 따른 인장강도 측정장치의 하부 클램프에 고정시키고, 상부 클램프를 위로 이동시키면서 에어백 원단 시편이 파단될 때의 강도 및 신도를 측정하였다.
- [0133] (f) 경사 및 위사 방향 원단수축율
- [0134] 미국재료시험협회규격 ASTM D 1776에 따라 경/위사 방향의 원단수축율을 측정하였다. 먼저, 코팅 처리 전의 비코팅된 원단으로 시편을 재단한 후, 경사 및 위사 방향으로 수축 전 길이인 20 cm씩을 표시하고 149 °C에서 1 시간 동안 챔버에서 열처리한 시편의 수축한 길이를 측정하여 경사방향 및 위사방향의 원단수축율 $\{(수축전 길이 - 수축후 길이) / 수축전 길이 \times 100\}$ 측정하였다.
- [0135] (g) 강연도
- [0136] 코팅 처리 전의 비코팅된 원단에 대하여 미국재료시험협회규격 ASTM D 4032에 따른 강연도 측정장치를 이용하여 써큘라벤드법(Circular Bend)법으로 원단의 강연도를 측정하였다. 또한, 강연도 측정법으로 켄티레버법을 적용할 수 있으며, 원단에 굽힘을 주기 위하여 일정각도의 경사를 준 시험대인 켄티레버 측정기기를 이용하여 원단 굽힘 길이 측정을 통해 강연도를 측정할 수 있다.
- [0137] (h) 공기투과도
- [0138] 미국재료시험협회규격 ASTM D 737에 따라 코팅 처리 전의 비코팅된 원단을 20 °C, 65 %RH 하에서 1일 이상 방치한 후, ΔP 가 각각 125 pa 및 500 pa의 압력의 공기가 38 cm²의 원형단면을 통과하는 양을 측정하여 정적 공기투과도로 나타내었다.
- [0139] 또한, ASTM D 6476에 따라 동적 공기투과도 시험기(TEXTEST FX 3350Dynamic Air Permeability Tester)를 사용하여 상기 비코팅 원단의 동적 공기투과도를 측정하여 나타내었다.

표 2

구 분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	
원단의 강인성 (Toughness, kJ/m ²)	3.75	3.83	3.92	5.4	5.6	
원단의 인열강도(kgf)/비코팅	19	19	20	26	26	
원단의 인열강도(kgf)/코팅	36	37	38	38	40	
원단의 인장강도(kgf/inch)	227	230	234	297	305	
원단의 절단신도(%)	37	37	39	38	40	
강연도(kgf)	0.40	0.40	0.35	1.00	0.90	
후도(mm)/비코팅	0.262	0.262	0.262	0.325	0.325	
내열상수/비코팅 (°C · sec/mm, at 450°C, Hot Rod)	1.30	1.30	1.32	2.67	2.69	
내열상수/비코팅 (°C · sec/mm, at 600°C, Hot Rod)	1.11	1.11	1.12	1.51	1.53	
후도(mm)/코팅	0.268	0.268	0.268	0.332	0.332	
내열상수/코팅 (°C · sec/mm, at 450°C, Hot Rod)	6.22	6.23	6.22	10.8	10.9	
내열상수/코팅 (°C · sec/mm, at 600°C, Hot Rod)	5.6	5.6	5.6	9.7	9.7	
원단수축율 (%)	경사	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
	위사	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3

정적 공기 투과도/ 비코팅(cfm)	$\Delta P=125pa$	1.0	0.9	0.8	0.6	0.6
	$\Delta P=500pa$	9.5	9.3	9.2	5.4	5.4
동적 공기투과도/비코팅(mm/s)		620	610	590	450	430

[0141] 비교예 1~3

[0142] 하기 표 3에 기재된 조건을 제외하고는 실시예 1~5와 동일한 방법에 따라 비교예 1~5의 폴리에스테르 원단을 제조하였다.

표 3

[0143]

구 분	비교예1	비교예2	비교예3
PET 함량(몰%)	100	100	100
PET 칩의 고유점도(dl/g)	0.85	0.90	0.95
PET 칩의 CEG (meq/kg)	50	47	43
방사온도(℃)	301	302	305
연신비	4.95	5.03	5.10
원사의 열처리온도(℃)	198	202	205
원사의 고유점도(dl/g)	0.61	0.63	0.65
원사의 강인성 (Toughness, J/m ²)	59	63	67
원사의 모듈러스 (신도 1%에서, g/de)	115	119	125
원사의 모듈러스 (신도 2%에서, g/de)	85	91	93
원사의 인장강도 (g/d)	6.9	7.2	7.5
원사의절단신도 (%)	10	11	13
원사의 용융열용량(ΔH)	30.5	32.1	32.5
건열수축율 (%)	15.5	15	13.7
단사섬도 (DPF)	6.18	6.18	6.18
총섬도 (de)	420	420	420
필라멘트수	68	68	68
제직밀도(경사×위사)	49x49	49x49	49x49
제직형태	평직	평직	평직
가황온도(℃)	180	185	190
고무성분	액상실리콘	액상실리콘	액상실리콘
고무 코팅량 (g/m ²)	25	25	25

[0144] 상기 비교예 1~3에 따라 제조된 폴리에스테르 원단에 대한 물성을 하기 표 4 에 정리하였다. 이때, 비교예 1에 따른 폴리에스테르 비코팅 원단의 핫-로드 온도에 따른 폴리에스테르 원단을 통과할 때까지 걸린 시간(t, sec)에 대한 그래프를 도 4에 나타내었으며, 상술한 바와 같은 방법으로 비교예 1~3의 폴리에스테르 원단에 대한 각각의 내열상수를 산출하였다.

표 4

[0145]

구 분	비교예1	비교예2	비교예3
원단의 강인성 (Toughness, kJ/m ²)	2.4	2.5	2.7
원단의 인열강도(kgf)/비코팅	13	14	15
원단의 인열강도(kgf)/코팅	21	23	23
원단의 인장강도(kgf/inch)	183	190	195
원단의 절단신도(%)	18	20	20
강연도(kgf)	1.8	1.8	1.8

후도(mm)/비코팅		0.265	0.265	0.265
내열상수/비코팅 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$, at 450°C , Hot Rod)		0.92	0.95	0.95
내열상수/비코팅 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$, at 600°C , Hot Rod)		0.82	0.84	0.84
후도(mm)/코팅		0.271	0.271	0.271
내열상수/코팅 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$, at 450°C , Hot Rod)		4.83	4.84	4.85
내열상수/코팅 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$, at 600°C , Hot Rod)		4.35	4.35	4.35
원단수축율 (%)	경사	1.3	1.3	1.2
	위사	1.2	1.0	0.9
정적 공기 투과도(cfm)	$\Delta P = 125 \text{ pa}$	2.5	2.4	2.4
	$\Delta P = 500 \text{ pa}$	13.8	13.7	13.6
동적 공기투과도/비코팅(mm/s)		1,950	1,920	1,910

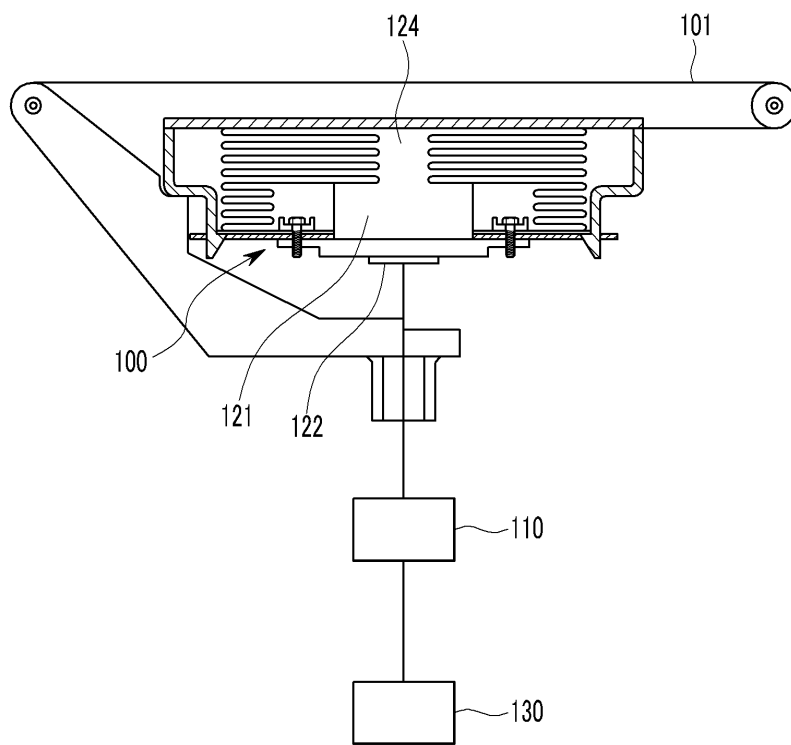
[0146] 상기 표 2 및 4에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따라 고강도 고신율의 낮은 모듈러스(Young's modulus)를 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용하여 특정 범위의 내열 상수를 갖는 실시예 1~5의 폴리에스테르 원단은 기존의 폴리에스테르 섬유를 사용한 비교예 1~3의 에어백용 원단에 비해 우수한 기계적 물성 및 향상된 원단 수축율, 강연도 및 공기투과도 등에서 우수한 물성을 갖는 것임을 알 수 있다.

[0147] 특히, 실시예 1~5의 폴리에스테르 원단은 핫-로드 실제 온도가 450°C 일 때 비코팅 원단 상태에서 1.3 내지 $2.69^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$ 의 내열상수를 나타내고, 핫-로드 실제 온도가 600°C 일 때 비코팅 원단 상태에서 1.11 내지 $1.53^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$ 의 내열상수를 나타냄으로써, 원단수축율이 0.3% 내지 0.5%이며, 강인성이 3.75 내지 $5.6 \text{ kJ}/\text{m}^3$ 이고, 비코팅 원단의 인열강도가 19 내지 26 kgf이며, 인장강도가 227 내지 305 kgf/inch임은 물론, 강연도가 0.35 내지 1.0 kgf로 매우 우수한 특성을 갖는 것을 알 수 있다. 이와 같이, 고강도 고신율의 낮은 모듈러스(Young's modulus)를 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용하여 특정 범위의 내열 상수를 갖는 본 발명의 폴리에스테르 원단은 에어백용 원단으로서 최적의 물성 범위를 가짐으로써, 우수한 형태안정성 및 기계적 물성과 함께 우수한 폴딩성, 수납성을 확보할 수 있음을 알 수 있다.

[0148] 그러나, 기존의 저강도, 저신율, 높은 단사섬도, 높은 모듈러스(Young's modulus)를 갖는 폴리에스테르 섬유를 사용한 비교예 1~3의 에어백용 원단의 경우 핫-로드 실제 온도가 450°C 일 때 비코팅 원단 상태에서 0.92 내지 $1.16^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$ 의 내열상수를 나타내고, 핫-로드 실제 온도가 600°C 일 때 비코팅 원단 상태에서 0.82 내지 $0.93^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}/\text{mm}$ 의 내열상수를 나타냄으로써, 원단수축율이 0.9% 내지 1.3%로 현저히 증가하고, 인장강도가 187 내지 200 kgf/inch이며, 비코팅 원단의 인열강도가 13 내지 20 kgf로서 원단의 기계적 강도 또한 현저히 떨어짐을 알 수 있다. 따라서, 비교예 1~3의 에어백용 원단은 상기 실시예 1~5의 에어백용 원단 대비 기계적 물성 및 형태안정성 등에서 모두 불리한 물성값을 보임으로써, 실제 에어백용 원단으로 적용하기에는 문제점이 많은 것으로 확인되었다.

도면

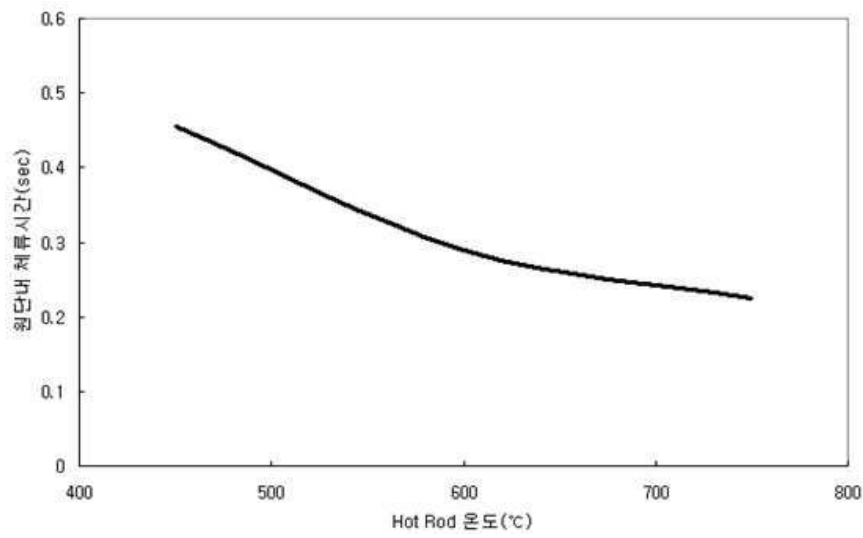
도면1



도면2



도면3



도면4

