



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

(45) 공고일자 2017년02월23일  
 (11) 등록번호 10-1709259  
 (24) 등록일자 2017년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 D01F 6/62 (2006.01) B60R 21/16 (2006.01)  
 D01D 10/02 (2006.01) D01D 5/098 (2006.01)  
 D02J 1/22 (2006.01) D02J 3/16 (2006.01)  
 D03D 1/02 (2006.01) D03D 15/08 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-0092624  
 (22) 출원일자 2010년09월20일  
 심사청구일자 2015년07월01일  
 (65) 공개번호 10-2012-0030835  
 (43) 공개일자 2012년03월29일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2002013024 A\*  
 KR1020100029059 A\*  
 KR1020090048377 A  
 KR1019950007813 B1  
 \*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 15 항

심사관 : 최중환

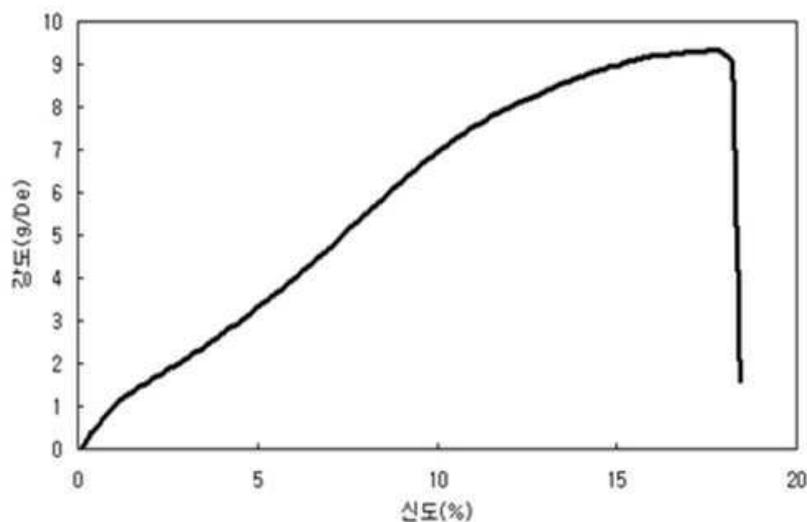
(54) 발명의 명칭 **폴리에스테르 원사 및 그의 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 에어백용 원단에 사용 가능한 폴리에스테르 원사에 관한 것으로, 특히, 상온에서 측정된 원사의 강인성( $T^0$ )에 대한 185 ℃에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )의 비가 ( $T^1/T^0$ )가 0.8 이상인 폴리에스테르 원사 및 그의 제조방법, 이로부터 제조된 에어백용 원단에 관한 것이다.

본 발명의 폴리에스테르 원사는 낮은 초기 모듈러스와 함께 우수한 기계적 물성을 확보함에 따라 에어백용 원단으로 사용시 우수한 수납성, 형태안정성과 함께 우수한 공기 차단 효과를 제공하며, 이와 동시에 승객에게 가해지는 충격을 최소화하여 탑승자를 안전하게 보호할 수 있다.

**대표도** - 도3



(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**

하기 계산식 1로 정의되는 원사의 강인성(Toughness)에 있어서, 상온에서 측정된 원사의 강인성( $T^0$ )에 대한 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )의 비( $T^1/T^0$ )가 0.8 이상이고,

상온에서 미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 94 내지 99 g/de이며, 신도 2%에서 76 내지 78 g/de이고,

총섬도가 400 내지 650 데니어인 폴리에스테르 원사:

[계산식 1]

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

상기 계산식 1에서, F는 폴리에스테르 원사의 길이가 dl만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타냄.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

160 °C에서 측정된 원사의 수축응력( $P^1$ )과 190 °C에서 측정된 원사의 수축응력( $P^2$ )에 대한 비( $P^1/P^2$ )가 0.7 이상인 폴리에스테르 원사.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상온에서 측정된 원사의 강인성( $T^0$ )이 70 J/m<sup>2</sup> 이상인 폴리에스테르 원사.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성( $T^1$ )이 56 J/m<sup>2</sup> 이상인 폴리에스테르 원사.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

미국재료시험규격 ASTM D 2256의 방법으로 측정된 원사의 인장강도가 8.9 g/d 내지 11.0 g/d이며, 절단신도가 15% 내지 30%인 폴리에스테르 원사.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

제1항에 있어서,

건열수축율이 1.0% 이상인 폴리에스테르 원사.

**청구항 8**

제1항에 있어서,  
결정화도가 40% 내지 55%인 폴리에스테르 원사.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

제1항에 있어서,  
단사섬도가 2.5 내지 6.8 DPF이고, 96 내지 160 가닥의 필라멘트를 포함하는 폴리에스테르 원사.

**청구항 11**

고유점도가 1.25 내지 1.60 dl/g 이상인 폴리에스테르 중합체를 293 내지 295 °C에서 용융 방사하여 폴리에스테르 미연신사를 제조하는 단계,  
상기 폴리에스테르 미연신사를 총연신비 5.99 내지 6.15가 되도록 연신하는 단계, 및  
상기 미연신사를 연신한 후에 이완률 5.6% 내지 6.3%로 이완 공정을 수행하는 단계를 포함하는, 제1항 내지 제5항, 제7항, 제8항, 또는 제10항 중 어느 한 항에 따른 폴리에스테르 원사의 제조방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,  
상기 폴리에스테르 중합체와 폴리에스테르 원사의 고유점도 차이가 0.7 dl/g 이하인 폴리에스테르 원사의 제조방법.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

제11항에 있어서  
상기 미연신사를 연신한 후에 170 내지 250 °C의 온도 하에서 열고정 공정을 추가로 포함하는 폴리에스테르 원사의 제조방법.

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

제1항 내지 제5항, 제7항, 제8항, 또는 제10항 중 어느 한 항에 따른 폴리에스테르 원사를 포함하고, 미국재료시험협회규격 ASTM D 4032 방법에 따른 강연도가 1.5 kgf 이하인 폴리에스테르 원단.

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

제16항에 있어서,  
미국재료시험협회규격 ASTM D 737 방법에 따른 정적 공기투과도는  $\Delta P$ 가 125 pa일 때 10.0 cfm 이하이며,  $\Delta P$ 가 500 pa일 때 14 cfm 이하인 폴리에스테르 원단.

**청구항 19**

제16항에 있어서,

미국재료시험협회규격 ASTM D 6476 방법에 따른 동적 공기투과도는 1,700 mm/s 이하인 폴리에스테르 원단.

**청구항 20**

제16항에 있어서,

미국재료시험협회규격 ASTM D 6479 방법으로 상온에서 측정된 활탈저항력이 350 N 이상이고, 90 °C에서 측정된 활탈저항력이 300 N 이상인 폴리에스테르 원단.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 에어백용 원단에 사용 가능한 폴리에스테르 원사에 관한 것으로, 보다 상세하게는 우수한 기계적 물성, 유연성, 형태안정성 등을 갖는 고강력 고신율 저모듈러스의 폴리에스테르 원사 및 그의 제조방법, 이를 이용한 에어백용 원단에 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 쿠션 내부로 가스를 공급하여 팽창시킴으로써, 운전자 및 승객을 보호하는 장치를 말한다.

[0003] 에어백용 원단으로서 요구되는 항목은 충돌시에 원활하게 전개되기 위한 저통기성, 에어백 자체의 손상 및 파열을 막기 위한 고강력, 고내열성 및 승객에게 가해지는 충격을 줄이기 위한 유연성 등이 있다.

[0004] 특히, 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 등이 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, 에어백 원단의 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 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 원사를 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, 승객에게 가해지는 충격을 줄이기 위한 유연성, 수납성, 및 고온 고습의 가혹 조건 하에서 우수한 기계적 물성을 유지하는 섬유 원사 개발에 대한 연구가 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 에어백용 원단에 사용 가능하도록 우수한 기계적 물성, 유연성, 형태안정성을 확보하며, 고온 고습의 가혹 조건 하에서 충분한 성능을 유지하는 폴리에스테르 원사를 제공하고자 한다.

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

[0011] 본 발명은 또한, 상기 폴리에스테르 원사를 사용하여 제조되는 에어백용 원단을 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 본 발명은 하기 계산식 1로 정의되는 원사의 강인성(Toughness)에 있어서, 상온에서 측정된 원사의 강인성( $T^0$ )에 대한 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )의 비( $T^1/T^0$ )가 0.8 이상인 폴리에스테르 원사를 제공한다.

[0013] [계산식 1]

[0014] 강인성(Toughness, 파단일) =  $\int_0^{\text{절단}} F \cdot dl$

[0015] 상기 계산식 1에서, F는 폴리에스테르 원사의 길이가 dl만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타낸다.

[0016] 본 발명은 또한, 고유점도가 1.2 dl/g 이상인 폴리에스테르 중합체를 270 내지 310 °C에서 용융 방사하여 폴리에스테르 미연신사를 제조하는 단계, 및 상기 폴리에스테르 미연신사를 연신하는 단계를 포함하는 상기 폴리에스테르 원사의 제조 방법을 제공한다.

[0017] 본 발명은 또한, 상기 폴리에스테르 원사를 사용하여 제조되는 에어백용 원단을 제공하고자 한다.

[0018] 이하, 발명의 구체적인 구현예에 따른 폴리에스테르 원사, 그의 제조 방법, 및 이로부터 제조되는 에어백용 원단에 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.

[0019] 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.

[0020] 폴리에스테르 에어백용 원단은 폴리에틸렌테레프탈레이트(이하, "PET"라 함)을 포함하는 중합체를 용융 방사하여 미연신사를 제조하고, 이를 연신하여 연신사를 얻은 후에, 이러한 공정을 통해 얻은 폴리에스테르 원사를 직직 가공하여 제조될 수 있다. 따라서, 상기 폴리에스테르 원사의 특성이 폴리에스테르 에어백용 원단의 물성에 직/간접적으로 반영된다.

[0021] 다만, 종래의 나일론 66 등 폴리아미드 섬유 대신에 폴리에스테르를 에어백용 원사로 적용하기 위해서는, 기존에 폴리에스테르 원사의 높은 모듈러스와 강연도 등에 따른 폴딩성 저하 및 낮은 용융 열용량으로부터 기인한 고온 고습의 가혹 조건 하에서 물성 저하, 이에 따른 전개 성능 저하를 극복할 수 있어야 한다.

[0022] 특히, 에어백용 원단으로 적용되기 위해서는 나일론 원사처럼 고강력, 고신도, 고건열수축율의 물성을 보유해야 하나, 기존의 폴리에스테르 원사는 이러한 강력, 신도, 건열수축율의 우수한 물성을 동시에 충족시키지 못하였다. 이처럼 기존의 PET 원사를 제조할 경우 나일론에 비해 요구되는 물성이 다르기 때문에 원단 제조시 열처리 공정을 수행할 경우 원단의 강도 및 신도가 낮은 것은 물론 에어백 원단의 기밀성도 떨어져서 우수한 공기 차단 효과를 제공하기 어렵다. 또한, 기존의 폴리에스테르 원사는 강직한 분자쇄를 가지고 있기 때문에 에어백용 원단으로 사용하여 자동차에 장착할 경우 수납성(packing)이 현저히 떨어지게 된다. 더욱이, 폴리에스테르 분자쇄내의 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.

[0023] 이에 따라, 본 발명은 폴리에스테르 원사에서 상온 대비 고온의 가혹 조건 하에서 장시간 열처리 후의 강인성 범위를 우수한 정도로 최적화함으로써, 강연도를 현저히 낮추면서도 우수한 기계적 물성 및 공기 차단 성능 등을 유지할 수 있어 에어백용 원단에 효과적으로 적용할 수 있다.

[0024] 특히, 본 발명자들의 실험 결과, 소정의 특성을 갖는 폴리에스테르 원사로부터 에어백용 원단을 제조함에 따라, 보다 향상된 폴딩성, 형태안정성, 내구성, 및 공기 차단 효과를 나타내어 에어백용 원단으로 사용시 자동차 장착 등에서 보다 우수한 수납성(packing) 및 고온 고습의 가혹 조건 하에서도 우수한 기계적 물성, 공기 유출 방지, 기밀성 등을 유지할 수 있음이 밝혀졌다.

[0025] 이에 발명의 일 구현예에 따라, 본 발명은 소정의 특성을 갖는 폴리에스테르 원사가 제공된다. 이러한 폴리에스테르 원사는 상온에서 측정된 원사의 강인성( $T^0$ )에 대한 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )의 비( $T^1/T^0$ )가 소정의 범위 이상으로 최적화된 것이다.

[0026] 이러한 폴리에스테르 원사는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)를 주성분으로 포함하는 것이 바람직하다. 이 때, 상기 PET는 그 제조단계에서 여러 가지 첨가제가 첨가될 수 있는 것으로서, 에어백용 원단에 적합한 물성을 나타내기 위해서는 적어도 70 몰% 이상, 더욱 바람직하게는 90 몰% 이상을 포함하는 원사일 수 있다. 이하에서 PET라는 용어는 특별한 설명 없이 PET 고분자가 70 몰% 이상인 경우를 의미한다.

[0027] 상기 발명의 일 구현예에 따른 폴리에스테르 원사는 후술하는 용융 방사 및 연신 조건 하에서 제조되어, 상온에서 측정된 원사의 강인성( $T^0$ )에 대한 85 °C에서 1 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )의 비( $T^1/T^0$ )가 0.8 이상인 특성을 나타내게 된 것이다. 이때, 원사의 강인성(Toughness)은 하기 계산식 1에 나타낸 바와 같이 정의된다.

[0028] [계산식 1]

[0029] 강인성(Toughness, 파단일) =  $\int_0^{\text{절단}} F \cdot dl$

[0030] 상기 계산식 1에서, F는 폴리에스테르 원사의 길이가 dl만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타낸다.

[0031] 상술한 바와 같이, 일반적인 폴리에스테르는 그의 분자 구조상 특성에 따라 강직한 분자쇄를 가지며 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. 또한, 폴리에스테르 분자쇄내의 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. 그런데, 고점도 칩을 사용하고 조절된 용융 방사 및 연신 공정을 통해 얻어진 본 발명의 폴리에스테르 원사는 고강력 저모듈러스 특성을 나타내며, 이전에 알려진 폴리에스테르 산업용 원사보다 고온 고습의 가혹 조건 하에서 우수한 기계적 물성을 나타낸다. 특히, 본 발명의 폴리에스테르 원사는 낮은 초기 모듈러스와 함께 연신이 최소화된 특징을 갖는다.

[0032] 즉, 상기 폴리에스테르 원사는 상기 계산식 1에 따라 상온(25 °C의 65±5 %RH)에서 원사의 강인성( $T^0$ )에 대한 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )의 비( $T^1/T^0$ )가 0.8 이상 또는 0.8 내지 1.0, 바람직하게는 0.83 이상 또는 0.83 내지 0.98, 좀더 바람직하게는 0.85 이상 또는 0.85 내지 0.97가 될 수 있다. 상기 폴리에스테르 원사의 이러한 특징은 상술한 바와 같이 제조 공정상에 용융 방사 및 연신 조건을 최적화하여 제조함으로써, 상온 및 고온에서 열처리 후에 원사의 강인성을 최적화하여 달성할 수 있다. 이렇게 제조된 원사의 경우 용융 방사시 원사의 고유점도(IV) 저하를 최소화하고 적절한 연신조건을 통해 우수한 기계적 물성을 갖게 됨으로써, 본 발명의 고강력 고신율의 저모듈러스 폴리에스테르 원사로부터 제조된 에어백용 원단이 기존 PET 원단의 높은 강연도(stiffness) 문제 등을 해결하고, 우수한 폴딩성, 유연성, 및 수납성을 나타낼 수 있다.

[0033] 본 발명에서는 에어백 작동시 순간적인 고온/고압의 인플레이터 가스(gas) 압력을 견뎌내기 위해서는 원사의 강인성을 최적 범위로 조절함으로써 최종 직물의 기계적 물성 및 폴딩성 등을 함께 높일 수 있다. 또한, 에어백 내부의 화약 폭발로 발생하는 배출 가스의 순간적인 충격 에너지를 초기에 직물이 안전하게 흡수하고, 이와 동시에 효과적인 전개가 이뤄질 수 있도록 우수한 기밀성 및 폴딩성을 갖기 위해서는 원사의 모듈러스 조절 및 DPF 조절도 역시 필요하다. 특히, 장시간 동안 에어백 모듈을 고온/고습 조건에서 처리한 후에 전개 성능 평가를 진행하는 것을 감안할 경우, 본 발명에서 185 °C의 조건 하에서 60 분 동안 열처리 후에 원사의 강인성은 별도의 열처리 없이 상온에서 측정된 원사의 강인성에 대해 상술한 바와 같이 0.8 이상의 범위를 충족하는 것이 필요하다.

- [0034] 특히, 원사의 상온 대비 열처리 후의 강인성 비( $T^1/T^0$ )는 에어백용 원단의 인장강도 및 인열강도 등의 기계적 물성을 우수한 정도로 확보하는 측면에서 0.8 이상이 될 수 있다. 폴리에스테르 원사의 상온 대비 열처리 후의 강인성 비( $T^1/T^0$ )가 0.8 미만인 경우에는 에어백용 원단의 강도 물성이 급격히 감소되어 에어백용 원단으로 적용하기 어려울 수 있다. 다만, 에어백용 원단으로 적용시 원단의 유연성 및 폴딩성을 우수한 정도로 확보하는 측면에서 상기 원사의 상온 대비 열처리 후의 강인성 비( $T^1/T^0$ )는 1.0 이하의 범위로 유지될 수도 있다.
- [0035] 본 발명의 폴리에스테르 원사는 기존의 폴리에스테르 원사에 비해 높은 수준의 강인성(Toughness, 파단일)을 가짐으로써, 고온-고압의 가스의 에너지를 효과적으로 흡수하고 견딜 수 있다. 특히, 상기 폴리에스테르 원사는 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강신도 곡선으로부터 상기 계산식 1에 따라 산출한 원사의 강인성(Toughness)이 56 J/m<sup>2</sup> 이상 또는 56 내지 120 J/m<sup>2</sup>, 바람직하게는 60 J/m<sup>2</sup> 이상 또는 60 J/m<sup>2</sup> 내지 118 J/m<sup>2</sup>, 좀더 바람직하게는 70 J/m<sup>2</sup> 이상 또는 70 J/m<sup>2</sup> 내지 115 J/m<sup>2</sup>를 나타낼 수 있다. 또한, 상온(25 °C 및 65 ± 5 %RH)에서 측정된 원사의 강인성(Toughness)은 70 J/m<sup>2</sup> 이상 또는 70 내지 120 J/m<sup>2</sup>, 바람직하게는 75 J/m<sup>2</sup> 이상 또는 75 J/m<sup>2</sup> 내지 118 J/m<sup>2</sup>, 좀더 바람직하게는 85 J/m<sup>2</sup> 이상 또는 85 J/m<sup>2</sup> 내지 115 J/m<sup>2</sup>가 될 수 있다. 본 발명의 폴리에스테르 원사는 고강력 고신율의 낮은 초기 모듈러스 특성을 가짐으로써, 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후에도 인장강도의 저하를 최소화하고 향상된 신율을 확보함으로써, 상온(25 °C 및 65±5 %RH)에서 측정된 강인성(Toughness, 파단일) 대비 0.8 이상, 바람직하게는 0.83 이상으로 동일한 범위에서 우수한 강인성(Toughness, 파단일)을 확보할 수 있다. 본 발명의 폴리에스테르 원사는 이와 같이 상온 및 열처리 후 모두에서 높은 수준의 강인성(Toughness, 파단일)을 나타냄에 따라, 고온-고압 가스의 에너지를 효과적으로 흡수하고 견딜 수 있어 에어백용 원사로 매우 효과적으로 사용될 수 있다. 특히, 상기 폴리에스테르 원사는 에어백용 원단으로 적용시 최적화된 물성 발현을 위한 열고정(heat setting) 온도 범위, 즉, 185 °C에서 60분 동안 열처리하는 가혹한 조건이지만 상온대비 열처리 후의 원사 강인성을 어느 수준 이상으로 유지함으로써, 제조된 원단의 우수한 강연도와 함께 기계적 물성 및 공기 차단 성능 등을 동시에 우수한 정도로 확보할 수 있다.
- [0036] 이때, 강인성이라 함은 상기 계산식 1로 나타낸 바와 같이 섬유(여기서, 섬유는 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 1과 같다. 즉, 이러한 강인성은 원사 및 원단의 강-신도 곡선의 단면적을 나타내는 것으로서(도 2 참조), 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 초래하게 된다. 따라서, 본 발명에서 폴리에스테르 원사의 강인성이, 예를 들어, 70 kJ/m<sup>2</sup> 미만인 될 경우에는 에어백용 원단에 사용하기 어려울 수도 있다.
- [0037] 또한, 상기 폴리에스테르 원사는 미국재료시험규격 ASTM D 2256의 방법으로 별도의 열처리 없이 상온(25 °C 및 65±5 %RH)에서 측정된 원사의 인장강도는 8.9 g/d 내지 11.0 g/d가 될 수 있으며, 바람직하게는 9.0 g/d 내지 10 g/d, 바람직하게는 9.1 g/d 내지 9.8 g/d를 나타낼 수 있으며, 절단신도는 15% 내지 30%, 바람직하게는 16% 내지 26%, 좀더 바람직하게는 17% 내지 25%를 나타낼 수 있다. 상기 폴리에스테르 원사를 185 °C에서 60분 동안 열처리 후에 측정된 인장강도는 7.8 g/de 내지 9.5 g/de, 바람직하게는 8.0 g/de 내지 9.25 g/de가 될 수 있으며, 절단신도는 15% 내지 30%, 바람직하게는 17% 내지 28%를 나타낼 수 있다.
- [0038] 상기 폴리에스테르 원사는 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 인장강도가 상온(25 °C 및 65±5 %RH)에서 측정된 원사의 인장강도에 대해 87% 이상 또는 87% 내지 100%, 바람직하게는 90% 이상 또는 90% 내지 100%가 될 수 있다. 또한, 상기 폴리에스테르 원사는 85 °C에서 1분 동안 열처리 후 측정된 절단신도가 상온(25 °C 및 65±5 %RH)에서 측정된 원사의 절단신도에 대해 100% 이상 또는 100% 내지 200%, 바람직하게는 103% 이상 또는 103% 내지 180%, 좀더 바람직하게는 105% 이상 또는 105% 내지 160%가 될 수 있다.
- [0039] 이와 같이, 본 발명의 폴리에스테르 원사는 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후에도 원사의 강도의 저하를 최소화함과 동시에 원사의 신도를 증가시켜 원사의 강인성 비율을 소정의 범위 이상으로 최적화되어 유지함으로써, 에어백용 원단으로 가공시 우수한 기계적 물성과 함께 향상된 공기 차단 효과를 제공할 수 있다. 특히, 상기 폴리에스테르 원사는 후술하는 용융 방사 및 연신 조건 하에서 제조되어, 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후에도 우수한 인장강도를 유지함으로써 에어백용 원사로서 효과적으로 사용할 수 있다. 다만, 상기 원사의 인장강도 및 절단신도를 최소값 이상으로 유지하지 못할 경우에는 에어백 원단 적용시 원단의 기계적 물성이 충분히 유지되

지 못하여 에어백 전개시 쿠션이 찢어지는 문제가 발생할 수 있으며, 이와 반대로 각각의 최대값을 초과하는 경우에는 에어백 원단 적용시 원단의 강연도가 너무 높아져서 에어백 폴딩성이 나빠지는 문제가 발생할 수도 있다.

[0040] 또한, 상기 폴리에스테르 원사는 160 °C에서 측정된 원사의 수축응력( $P^1$ )과 190 °C에서 측정된 원사의 수축응력( $P^2$ )에 대한 비( $P^1/P^2$ )가 0.7 이상 또는 0.7 내지 1.0, 바람직하게는 0.73 이상 또는 0.73 내지 0.98, 좀더 바람직하게는 0.75 이상 또는 0.75 내지 0.97이 될 수 있다. 에어백용 원사로서 고강도, 고신도 및 최적의 결정화도를 갖는 폴리에스테르 원사를 확보하는 측면에서 상기 원사의 수축응력 비( $P^1/P^2$ )가 0.7 이상이 될 수 있다. 특히, 상기 폴리에스테르 원사를 에어백용 원단으로 적용시 바람직한 물성 발현을 위해서는, 160 °C에서 측정된 원사의 수축응력( $P^1$ )을 190 °C에서 측정된 원사의 수축응력( $P^2$ )에 대한 비( $P^1/P^2$ )가 어느 수준 이상으로 유지되도록 할 수 있다. 이같이 원사의 특정 온도에 따른 수축응력 비를 0.7 이상으로 유지함으로써, 상기 폴리에스테르 원사는 에어백용 원단 적용시 열고정 단계 등에서 특정 온도로 열이 가해질 경우 충분한 수축거동이 발생되게 되며, 이러한 수축거동을 통해 최종 에어백용 원단으로서 우수한 물성, 예컨대, 강인성, 인열강도, 공기투과도, 활탈저항력 등이 최적화될 수 있다.

[0041] 상기 폴리에스테르 원사는, 에어백 원단의 초기 열고정(heat setting) 온도에 해당하는 160 °C에서의 수축응력이 30 g, 바람직하게는 30 g 내지 140 g, 좀더 바람직하게는 35 g 내지 135 g이 될 수 있다. 또한, 에어백 원단의 말기 열고정(heat setting) 온도에 해당하는 190 °C에서의 수축응력이 40 g 바람직하게는 40 g 내지 175 g, 좀더 바람직하게는 45 g 내지 170 g이 될 수 있다. 즉, 상기 160 °C에서의 수축응력에 대한 190 °C에서의 수축응력 비가 0.7 이상이 되어야 최적화된 물성을 갖는 에어백용 폴리에스테르 원단을 확보할 수 있다. 상기 수축응력은 0.05 g/d의 고정 하중 하에서 측정된 값을 기준으로 한다.

[0042] 한편, 본 발명에서는 에어백 작동시 순간적으로 발생하는 충격에너지를 흡수하기 위해서는 원사의 강신도 곡선을 최적 범위로 조절함으로써 최종 직물의 기계적 물성 및 폴딩성 등을 함께 높일 수 있다. 에어백 내부의 화약 폭발로 발생하는 배출 가스의 순간적인 충격 에너지를 초기에 직물이 안전하게 흡수하고, 이와 동시에 효과적인 전개가 이뤄질 수 있도록 우수한 기밀성 및 폴딩성을 갖기 위해서는 고강력 고신율의 낮은 초기 모듈러스가 필요하다. 특히, 원단 제조시 열처리 공정 등을 수행하는 것을 감안하면, 본 발명에서 특정 조건의 열처리 후에 원사의 강신도 곡선은 후술되는 바와 같은 강도 조건 대비 신도 범위에 따른 모듈러스 범위를 충족하는 것이 필요하다.

[0043] 이러한 측면에서, 상기 폴리에스테르 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 원사의 모듈러스(Young's modulus)가 각각 신도 1%에서 즉, 1% 신장된 지점에서 45 내지 70 g/de, 바람직하게는 50 내지 67 g/de이며, 신도 2%에서 즉, 2% 신장된 지점에서 30 내지 52 g/de, 바람직하게는 34 내지 50 g/de가 될 수 있다. 또한, 상기 폴리에스테르 원사는 상온(25 °C 및 65±5 %RH)에서 미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 측정된 원사의 모듈러스(Young's modulus)가 신도 1%에서 즉, 1% 신장된 지점에서 60 내지 110 g/de, 바람직하게는 75 내지 105 g/de이며, 신도 2%에서 즉, 2% 신장된 지점에서 50 내지 87 g/de, 바람직하게는 55 내지 85 g/de가 될 수 있다. 기존의 일반 산업용사로서 폴리에스테르 원사의 경우, 상술한 바와 같은 열처리 후 및 상온에서 측정된 1% 신장된 지점에서의 모듈러스(Young's modulus)가 각각 72 g/de 이상 및 115 g/de 이상이며, 2% 신장된 지점에서의 모듈러스가 각각 53 g/de 이상 및 90 g/de 이상인 것과 비교시, 본 발명의 폴리에스테르 원사는 상온에서뿐만 아니라 열처리 후에도 현저히 낮은 모듈러스를 갖는 것이 될 수 있다.

[0044] 이 때, 상기 폴리에스테르 원사의 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 섬유 모듈러스가 높으면 탄성은 좋으나 원단의 강연도(stiffness)가 나빠질 수 있으며, 모듈러스가 너무 낮을 경우 원단의 강연도는 좋으나 탄성회복력이 낮아져서 원단의 기계적 물성이 나빠질 수 있다. 이같이, 상온에서뿐만 아니라 열처리 후에서도 기존에 비해 낮은 범위의 초기 모듈러스를 갖는 폴리에스테르 원사로부터 제조된 에어백용 원단은 기존의 폴리에스테르 원단의 높은 강연도(stiffness) 문제 등을 해결하고, 우수한 폴딩성, 유연성, 및 수납성을 나타낼 수 있다.

[0045] 이와 동시에, 상기 폴리에스테르 원사는 이전에 알려진 폴리에스테르 원사에 비해 보다 향상된 고유점도, 즉, 0.8 dl/g 이상 또는 0.8 내지 1.2 dl/g, 바람직하게는 0.85 dl/g 이상 또는 0.85 내지 1.15 dl/g, 더욱 바람직하게는 0.9 dl/g 이상 또는 0.9 내지 1.1 dl/g의 고유점도를 나타낼 수 있다. 고유점도는 상기 폴리에스테르 원

사를 에어백 용도로 적용시 코팅 공정 등에서 열적 변형이 일어나지 않도록 하기 위하여 상기 범위로 확보되는 것이 바람직하다.

[0046] 상기 원사의 고유점도는 0.8 dl/g 이상이 되어야 저연신으로 고강력을 발휘하여 에어백 원사의 요구 강력을 만족시킬 수 있어 바람직하고, 그렇지 못할 경우 고연신으로 물성 발현할 수 밖에 없게 될 수 있다. 이 같이 고연신을 적용할 경우 섬유 배향도가 상승하여 높은 모듈러스의 물성이 나타나므로, 원단의 우수한 폴딩성 등을 달성하기 어렵다. 따라서, 상기 원사의 고유점도를 0.8 dl/g 이상으로 유지하여 저연신을 적용하여 저 모듈러스 발현이 가능하도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 원사 점도가 1.2 dl/g 이상이면 연신시 연신 장력이 상승하여 공정상 문제를 발생시킬 수 있으므로, 1.2 dl/g 이하가 좀더 바람직하다. 특히, 본 발명의 폴리에스테르 원사는 이같이 높은 정도의 고유점도를 유지함으로써, 저연신으로 낮은 강연도를 제공함과 동시에 에어백용 원단에 충분한 기계적 물성 및 내충격성, 강인성(toughness) 등을 제공할 수 있는 고강력 특성이 더욱 부여될 수 있다.

[0047] 따라서, 이러한 낮은 초기 모듈러스 및 높은 신율, 바람직하게는 높은 고유점도를 나타내는 폴리에스테르 원사를 이용하여 우수한 기계적 물성 및 수납성, 형태안정성, 내충격성, 공기 차단 효과를 동시에 나타내는 에어백용 원단을 제조하는 것이 가능해진다. 그러므로, 상기 폴리에스테르 원사를 이용하면, 보다 낮은 강연도 및 폴딩성, 유연성, 수납성을 나타내면서도, 우수한 내충격성, 형태안정성, 기계적 물성, 기밀성을 나타내는 에어백용 원단이 얻어질 수 있다. 이러한 에어백용 폴리에스테르 원단은 우수한 기계적 물성, 형태 안정성, 공기 차단 효과를 나타내면서도 자동차의 좁은 공간에 장착시 우수한 폴딩성, 수납성을 제공함과 동시에 우수한 유연성으로 승객에게 가해지는 충격을 최소화하여 탑승자를 안전하게 보호할 수 있으므로, 에어백용 원단 등으로 바람직하게 적용될 수 있다.

[0048] 또한, 본 발명의 폴리에스테르 원사는 후술하는 용융 방사 및 연신 조건 하에서 제조되어, 이전에 알려진 폴리에스테르 원사에 비해 크게 낮아진 카르복실 말단기(CEG) 함량, 즉, 45 meq/kg 이하, 바람직하게는 40 meq/kg 이하, 더욱 바람직하게는 35 meq/kg 이하의 카르복실 말단기(CEG) 함량을 나타낼 수 있다. 또한, 상기 폴리에스테르 원사는 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후에 측정된 카르복실 말단기(CEG) 카르복실 말단기(CEG) 함량이 각각 60 meq/kg 이하, 바람직하게는 50 meq/kg 이하, 더욱 바람직하게는 45 meq/kg 이하가 될 수 있다. 폴리에스테르 분자쇄내의 카르복실 말단기(CEG)는 고온 고습 조건에서 에스테르기(ester bond)를 공격하여 분자쇄 절단을 초래하고 이로 인해 에이징(aging)후 물성을 떨어뜨리게 된다. 특히, 상기 CEG 함량이 45 meq/kg를 초과하게 되면 에어백 용도로 적용시 높은 습도 조건 하에서 CEG에 의해 에스테르 결합이 절단되어 물성 저하가 야기되므로, 상기 CEG 함량은 45 meq/kg 이하가 되는 것이 바람직하다. 이러한 에어백용 원단의 물성 저하를 방지할 수 있도록, 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후에 측정된 상기 폴리에스테르 원사의 카르복실 말단기(CEG) 함량이 각각 60 meq/kg 이하가 되는 것이 바람직하다.

[0049] 이미 상술한 바와 같이, 고유점도 및 초기 모듈러스, 신율 범위를 최적 범위로 확보함으로써 본 발명의 폴리에스테르 원사는 우수한 정도로 강도 및 물성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라, 에어백용 원단으로 제조시 우수한 성능을 발휘할 수 있다.

[0050] 특히, 상기 발명의 일 구현예에 따른 폴리에스테르 원사는 별도의 열처리 없이 상온에서 측정된 건열수축율이 1.0% 이상 또는 1.0% 내지 10%, 바람직하게는 1.5% 이상 또는 1.5% 내지 8.0%, 좀더 바람직하게는 2.0% 이상 또는 2.0% 내지 6.0%를 나타낼 수 있다. 이와 같이 폴리에스테르 원사의 건열수축율을 최적 범위로 유지함으로써, 고강도 고신율의 저모듈러스 특성으로 우수한 강도 및 유연성을 확보함과 동시에 우수한 수축율 특성을 통하여 원단의 공기투과도를 효과적으로 제어하고 활탈저항력 등의 기계적 물성을 향상시킬 수 있다.

[0051] 상기 폴리에스테르 원사는 또한, 코팅 등의 열처리 공정에서 변형을 방지하기 위해서는, 결정화도가 40% 내지 55%이며, 바람직하게는 41% 내지 52%, 더욱 바람직하게는 41% 내지 50%가 될 수 있다. 이러한 상기 원사의 결정화도는 에어백용 원단에 적용시 열적 형태안정성 유지 등을 위하여 40% 이상이 되어야 하며, 상기 결정화도가 55%를 초과하는 경우에 비결정 영역이 감소함으로 충격 흡수 성능이 떨어지는 문제점이 발생할 수 있어 55% 이하가 되는 것이 바람직하다.

[0052] 또한, 상기 폴리에스테르 원사는 단사섬도가 2.5 내지 6.8 DPF, 바람직하게는 2.92 내지 4.55 DPF인 것이 될 수 있다. 상기 원사가 에어백용 원단에 효과적으로 사용되기 위해서는 쿠션의 폴딩 성능과 에어백 전개시 고온-고압의 전개에너지를 흡수할 수 있는 흡수 성능 측면에서 저섬도 고강력으로 유지해야 하므로, 적용 가능한 원사의 총섬도는 400 내지 650 데니어, 바람직하게는 400 내지 650 데니어, 바람직하게는 420 내지 630 데니어가 될 수 있다. 상기 원사의 필라멘트수는 많을수록 소프트한 촉감을 줄 수 있으나, 너무 많은 경우에는 방사성이 좋지 않을 수 있으므로, 필라멘트 수는 96 내지 160이 될 수 있다.

- [0053] 한편, 상술한 바와 같은 발명의 일 구현예에 따른 폴리에스테르 원사는 PET를 용융 방사하여 미연신사를 제조하고, 상기 미연신사를 연신하는 방법으로 제조될 수 있고, 상기한 바와 같이, 이들 각 단계의 구체적 조건이나 진행 방법이 폴리에스테르 원사의 물성에 직/간접적으로 반영되어 상술한 물성을 가진 폴리에스테르 원사가 제조될 수 있다.
- [0054] 특히, 상기와 같은 공정 최적화를 통해, 상온에서 측정된 원사의 강인성( $T^0$ )에 대한 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )의 비( $T^1/T^0$ )가 0.8 이상인 에어백용 폴리에스테르 원사를 확보할 수 있음이 밝혀졌다. 또한, 본 발명에서 이러한 용융 방사 및 연신 공정의 최적화를 통해, 높은 습도 조건 하에서 산으로 존재하여 폴리에스테르 원사의 기본 분자쇄 절단을 유발시키는 카르복실 말단기(CEG, Carboxyl End Group)를 최소화할 수 있음이 밝혀졌다. 따라서, 이러한 폴리에스테르 원사는 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.
- [0055] 이러한 폴리에스테르 원사의 제조방법을 각 단계별로 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0056] 상기 에어백용 폴리에스테르 원사의 제조방법은 고유점도가 1.2 dl/g 이상인 중합체를 270 °C 내지 310 °C에서 용융 방사하여 폴리에스테르 미연신사를 제조하는 단계, 및 상기 폴리에스테르 미연신사를 연신하는 단계를 포함한다.
- [0057] 먼저, 첨부한 도면을 참고로 하여, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 용융 방사 및 연신 공정의 실시 형태를 간략히 설명할 수 있다.
- [0058] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따라, 상기 용융 방사 및 연신 단계를 포함하는 폴리에스테르 원사 제조공정을 모식적으로 나타낸 공정도이다. 도 1에서 보는 바와 같이 본 발명의 에어백용 폴리에스테르 원사의 제조 방식은 전술한 바와 같은 방식으로 제조된 폴리에스테르 칩을 용융시켜, 구금을 통해 방사된 용융 고분자를 급냉 공기(quenching-air)로 냉각시키고, 유제 롤(또는 오일-젯, 120)을 이용하여 미연신사에 유제를 부여하고, 전-집속기(pre-interlacer, 130)를 사용하여 일정한 공기압력으로 미연신사에 부여된 유제를 원사의 표면에 균일하게 분산시킬 수 있다. 이후, 다단의 연신장치(141~146)를 통하여 연신과정을 거친 후, 최종적으로 세컨드 집속기(2<sup>nd</sup> Interlacer, 150)에서 일정한 압력으로 원사를 인터밍글(inter mingle)시켜 권취기(160)에서 권취하여 원사를 생산할 수 있다.
- [0059] 한편, 본 발명의 제조 방법은 먼저, 폴리에틸렌테레프탈레이트를 포함하는 고점도의 중합체를 용융 방사하여 폴리에스테르 미연신사를 제조한다.
- [0060] 이때, 낮은 초기 모듈러스 및 높은 신율 범위를 충족하는 폴리에스테르 미연신사를 얻기 위해서는, 상기 용융 방사 공정은 PET 중합체의 열분해를 최소화할 수 있도록 낮은 온도 범위에서 수행하는 것이 바람직하다. 특히, 고점도의 PET 중합체의 고유점도 및 CEG 함량 등에 대하여 공정에 따른 물성 저하를 최소화할 수 있도록, 즉, PET 중합체의 고점도 및 낮은 CEG 함량을 유지할 수 있도록 저온방사, 예를 들어, 270 내지 310 °C, 바람직하게는 275 내지 305 °C, 좀더 바람직하게는 280 내지 300 °C 온도에서 수행할 수 있다. 여기서, 방사온도란 사출기(Extruder) 온도를 지칭하는 것이며, 상기 용융 방사 공정을 310 °C를 초과하여 수행할 경우에는 PET 중합체의 열분해가 다량으로 발생하여 고유점도의 저하로 분자량 감소 및 CEG 함량 증가가 커질 수 있으며, 원사의 표면 손상으로 전반적인 물성 저하를 초래할 수 있어 바람직하지 않다. 이에 반해, 상기 용융 방사 공정을 270 °C 미만에서 진행할 경우에는 PET 중합체의 용융이 어려울 수 있으며, N/Z 표면 냉각으로 방사성이 떨어질 수도 있어, 상기 온도 범위 내에서 용융 방사 공정을 수행하는 것이 바람직하다.
- [0061] 실험 결과, 이러한 낮은 온도 범위에서 PET의 용융 방사 공정을 진행함에 따라, PET의 분해 반응을 최소화하여 높은 고유점도를 유지하여 높은 분자량을 확보함으로써, 후속하는 연신 공정에서 높은 연신 비율을 적용하지 않고도 고강력의 원사를 얻을 수 있으며, 이같이 저연신 공정을 수행할 수 있음에 따라 모듈러스를 효과적으로 낮출 수 있어 상술한 물성을 충족하는 폴리에스테르 원사가 얻어질 수 있음이 밝혀졌다.
- [0062] 또한, 상기 용융 방사 공정은 PET 중합체 분해 반응을 최소화하는 측면에서, 보다 낮은 방사 장력 하에서 진행될 수 있도록, 즉 방사 장력을 최소화할 수 있도록, 예를 들어, 상기 PET를 용융 방사하는 속도를 300 m/min 내지 1,000 m/min 의 저속으로 조절할 수 있고, 바람직하게는 350 내지 700 m/min으로 조절할 수 있다. 이같이 선택적으로 낮은 방사 장력 및 낮은 방사 속도 하에 PET의 용융 방사 공정을 진행함에 따라, PET의 분해 반응을 더욱 최소화할 수 있다.

- [0063] 한편, 이러한 용융 방사 공정을 거치고 얻어진 미연신사는 0.8 dl/g 이상 또는 0.8 내지 1.2 dl/g, 바람직하게는 0.85 dl/g 이상 또는 0.85 내지 1.15 dl/g, 더욱 바람직하게는 0.9 dl/g 이상 또는 0.9 내지 1.1 dl/g의 고유점도를 나타낼 수 있다. 또한, 이렇게 저온방사를 통해 얻어진 미연신사의 분자내 CEG 함량이 45 meq/kg 이하, 바람직하게는 40 meq/kg 이하, 좀더 바람직하게는 35 meq/kg 이하가 될 수 있다. 이러한 미연신사의 분자내 CEG 함량은 후속 연신 공정을 수행한 연신사, 즉, 폴리에스테르 원사에서도 동일한 수준으로 유지될 수 있다.
- [0064] 특히, 상술한 바와 같이, 고강력 저모듈러스의 폴리에스테르 원사를 제조하기 위해서는, 미연신사 제조 공정에서 고점도 PET 중합체, 예를 들어, 고유점도가 1.2 dl/g 이상 또는 1.2 내지 1.8 dl/g, 바람직하게는 1.25 dl/g 이상 또는 1.25 내지 1.75 dl/g인 PET 중합체를 사용하여, 용융 방사 및 연신 공정을 통해 이러한 고점도 범위를 최대한 유지하여 저연신으로 고강력을 발휘할 수 있어 모듈러스를 효과적으로 낮추는 것이 바람직하다. 다만, 상기 PET 중합체의 용융 온도 상승에 따른 분자쇄 절단과 방사팩에서의 토출량에 의한 압력 증가를 막기 위해서는 고유점도가 1.8 dl/g 이하인 것이 더욱 바람직하다. 본 발명의 폴리에스테르 원사는 이러한 고점도 PET 중합체를 사용함에 따라 분자량이 증대되어 높은 온도의 열과 다량의 습기 조건 하에서도 쉽게 분해가 되지 않은 특성과 함께 양 말단의 카르복실 말단기(CEG)가 고온 고습 조건 하에서도 쉽게 분해되지 않아 우수한 물성을 유지할 수 있다.
- [0065] 한편, 제조된 폴리에스테르 원사가 에어백용 원단으로 적용시 고온 고습 조건 하에서도 우수한 물성을 유지할 수 있도록 하기 위해서는, 상기 PET 중합체의 분자내 CEG 함량은 30 meq/kg 이하가 바람직하다. 여기서, 상기 PET 중합체의 CEG 함량은 용융 방사 및 연신 공정을 진행한 후에도 최대한 낮은 범위로 유지되어, 최종 제조된 폴리에스테르 원사가 고강력 및 우수한 형태안정성, 기계적 물성, 가혹 조건하에서 우수한 물성 발현 특성을 확보할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 측면에서, 상기 PET 칩의 CEG 함량이 30 meq/kg를 초과하게 되면 용융 방사 및 연신 공정을 통해 최종 제조된 폴리에스테르 원사의 분자내 CEG 함량이 과량으로, 예컨대 30 meq/kg 내지 45 meq/kg를 초과하는 정도로 증가하며, 높은 습도 조건 하에서 CEG에 의해 에스테르 결합이 절단되어 원사 자체 및 이로부터 제조된 원단의 물성 저하가 야기될 수 있다.
- [0066] 특히, 이러한 고점도 및 낮은 CEG 함량의 PET 중합체는 상술한 바와 같은 저온 조건 하에서 용융 방사를 수행하여 PET 중합체의 열분해 등을 최대한 억제함으로써, PET 중합체와 폴리에스테르 원사와의 고유점도 및 CEG 함량 차이를 최소화할 수 있다. 예를 들어, PET 중합체와 폴리에스테르 원사와의 고유점도 차이는 0.7 dl/g 이하 또는 0 내지 0.7 dl/g, 바람직하게는 0.5 dl/g 이하 또는 0.1 내지 0.5 dl/g가 되도록 용융 방사 및 이후 공정을 수행할 수 있다. 또한, PET 중합체와 폴리에스테르 원사와의 분자내 CEG 함량 차이는 20 meq/kg 이하 또는 0 내지 20 meq/kg, 바람직하게는 15 meq/kg 이하 또는 3 내지 15 meq/kg가 되도록 공정을 수행할 수 있다.
- [0067] 본 발명은 이같이 PET 중합체의 고유점도 저하 및 CEG 함량 증가를 최대한 억제함으로써, 폴리에스테르 원사의 우수한 기계적 물성을 유지하면서 동시에 우수한 신율을 확보할 수 있으며, 에어백용 원단에 적합한 고강력의 저모듈러스 원사를 제조할 수 있다.
- [0068] 그리고, 상기 PET 칩은 모노 필라멘트의 섬도가 2.5 내지 6.8 DPF, 바람직하게는 2.92 내지 4.55 DPF가 되도록 고안된 구금을 통하여 방사되는 것이 바람직하다. 즉, 방사 중 사철의 발생 및 냉각시 서로간의 간섭에 의하여 사철이 발생할 가능성을 낮추기 위해서는 모노 필라멘트의 데니어가 2.5 DPF 이상은 되어야 하며, 냉각 효율을 높이기 위해서는 모노 필라멘트의 섬도가 6.8 DPF 이하인 것이 바람직하다.
- [0069] 또한, 상기 PET를 용융 방사한 후에는 냉각 공정을 부가하여 상기 PET 미연신사를 제조할 수 있다. 이러한 냉각 공정은 15 내지 60 °C의 냉각풍을 가하는 방법으로 진행함이 바람직하고, 각각의 냉각풍 온도 조건에 있어서 냉각 풍량을 0.4 내지 1.5 m/s로 조절하는 것이 바람직하다. 이로서, 발명의 일 구현예에 따른 제반 물성을 나타내는 PET 미연신사를 보다 쉽게 제조할 수 있다.
- [0070] 한편, 이러한 방사 단계를 통해 폴리에스테르 미연신사를 제조한 후에는, 이러한 미연신사를 연신하여 연신사를 제조한다. 이때, 상기 연신 공정은 5.0 내지 6.5, 바람직하게는 5.0 내지 6.2의 총연신비 조건 하에서 연신 공정을 수행할 수 있다. 상기 폴리에스테르 미연신사는 용융 방사 공정을 최적화하여 높은 고유점도와 낮은 초기 모듈러스를 유지하며 분자내 CEG 함량 또한 최소화한 상태이다. 따라서, 따라서, 6.5를 초과하여 높은 연신비 조건 하에서 상기 연신 공정을 진행하면, 과연신 수준이 되어 상기 연신사에 절사 또는 모우 등이 발생할 수 있고 높은 섬유 배향도에 의해 저신율 고모듈러스의 원사가 제조될 수 있다. 특히, 이렇게 높은 연신비 조건 하에서 원사의 신율이 저하되고 모듈러스가 증가하게 되는 경우, 에어백용 원단으로 적용시 폴딩성, 수납성이 좋지 않을 수 있다. 반면에, 비교적 낮은 연신비 하에서 연신 공정을 진행하면, 섬유 배향도가 낮아 이로부터 제조된 폴리에스테르 원사의 강도가 일부 낮아질 수 있다. 다만, 물성 측면에서 5.0 이상의 연신비 하에서 연신

공정을 수행하면, 예를 들어, 에어백용 원단 등에 적용되기에 적합한 고강력 저모듈러스의 폴리에스테르 원사의 제조가 가능하므로, 상기 연신 공정은 5.0 내지 6.5의 연신비 조건 하에서 진행하는 것이 바람직하다.

[0071] 본 발명의 또 다른 적절한 실시 형태에 따르면, 직접 방사 연신 공정으로 고강도 및 저수축의 성질을 동시에 만족시키면서 낮은 모듈러스의 폴리에스테르 원사를 제조하기 위하여 고점도의 폴리에틸렌테레프탈레이트 중합 칩을 사용하여 용융 방사한 다음, 와인더에 권취하기까지 다단 고맷 롤러를 거치며 연신, 열고정, 이완, 권취하는 공정을 포함할 수 있다.

[0072] 상기 연신 공정은 상기 미연신사를 오일 픽업량 0.2% 내지 2.0%의 조건 하에서 고맷 롤러를 통과시킨 후에 수행할 수 있다.

[0073] 상기 이완 과정에서 이완률은 14% 이하 또는 1% 내지 14%가 될 수 있으며, 바람직하게는 10% 이하 또는 1% 내지 10%, 좀더 바람직하게는 7% 이하 또는 1.1% 내지 7%가 될 수 있다. 상기 이완률은 원사에 충분한 수축율을 발현할 수 있도록 하는 범위에서 하한값을 선정할 수 있으며, 예컨대, 1% 이상이 될 수 있다. 경우에 따라, 상기 이완율이 너무 작으면, 예컨대, 1% 미만이 될 경우에는, 높은 연신비 조건 하에서와 마찬가지로 높은 섬유 배향도 형성에 따라 고신율 저모듈러스 섬유 제조가 어려워질 수 있다. 또한, 상기 이완률이 14%를 초과할 경우에는 고맷 롤러상에서 사떨림이 심해져서 작업성을 확보하기 어려울 수 있다.

[0074] 한편, 상기 연신 공정에서는 상기 미연신사를 대략 170 내지 250 °C의 온도 하에서 열처리하는 열고정 공정을 추가로 수행할 수 있으며, 바람직하게는 상기 연신 공정의 적절한 진행을 위해 172 내지 245 °C, 좀더 바람직하게는 175 내지 220 °C의 온도로 열처리할 수 있다. 여기서, 온도가 170 °C 미만일 경우에는 열적 효과가 충분하지 못하여 이완 효율이 떨어져 수축률 달성이 어려우며, 250 °C를 초과할 경우에는 열분해에 의한 원사 강도 저하 및 롤러상 타르 발생이 증가하여 작업성이 저하될 수 있다. 특히, 상기 열고정 공정은 좀더 낮은 온도 범위에서 수행하여 이완 효율을 최적 범위로 제어하면, 에어백 원단으로 제조시 최적화된 수축율 특성에 의한 우수한 기밀성을 확보할 수 있다.

[0075] 이때, 권취속도는 2,000 내지 4,000 m/min, 바람직하게는 2,500 내지 3,700 m/min으로 수행할 수 있다.

[0076] 이에 발명의 또 다른 구현예에 따라, 상술한 폴리에스테르 원사를 포함하는 에어백용 폴리에스테르 원단이 제공된다.

[0077] 본 발명에서 에어백(airbag)용 원단이라 함은 자동차용 에어백의 제조에 사용되는 직물 또는 부직포 등을 말하는 것으로, 상기와 같이 공정을 통해 제조된 폴리에스테르 원사를 사용하여 제조되는 것을 특징으로 한다.

[0078] 특히, 본 발명은 기존의 폴리에스테르 원사에 비해 고강력 고신율의 낮은 모듈러스를 갖는 폴리에스테르 원사로서 상온 및 고온 고습의 가혹 조건 하에서 인장강도 및 절단신도가 최적화된 폴리에스테르 원사를 사용하여, 에어백 팽창시의 에너지 흡수 능력이 우수할 뿐만 아니라, 우수한 형태안정성과 공기 차단성 및 우수한 폴딩성, 유연성, 수납성을 갖는 에어백용 폴리에스테르 원단을 제공할 수 있다. 또한, 상기 폴리에스테르 원단은 상온 물성이 우수할 뿐만 아니라, 고온 및 고습의 가혹 조건 하에서 에이징(aging) 후에도 우수한 기계적 물성 및 기밀성 등을 유지할 수 있다.

[0079] 좀더 구체적으로, 본 발명의 폴리에스테르 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 5034 방법으로 상온에서 측정된 인장강도가 200 내지 370 kgf/inch이며, 바람직하게는 210 내지 340 kgf/inch 정도의 범위가 될 수 있다. 상기 인장강도의 경우 기존 에어백 요구 물성 측면에서 200 kgf/inch 이상이 되는 것이 바람직하고, 현실적으로 물성 발현 측면에서 370 kgf/inch 이하가 되는 것이 바람직하다.

[0080] 상기 폴리에스테르 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 5034 방법으로 상온에서 측정된 절단신도가 20% 내지 60%이고, 바람직하게는 30% 내지 50% 정도의 범위가 될 수 있다. 상기 절단신도의 경우 기존 에어백 요구 물성 측면에서 20% 이상이 되는 것이 바람직하고, 현실적으로 물성 발현 측면에서 60% 이하가 되는 것이 바람직하다.

[0081] 상기 폴리에스테르 원단은 하기 계산식 2로 정의되는 원단의 강인성(Toughness)이 3.5 내지 6.0 kJ/m<sup>2</sup> 인 것이 될 수 있다.

[0082] [계산식 2]

[0083] 강인성(Toughness, 파단일) =  $\int_0^{\text{절단}} F \cdot dl$

- [0084] 상기 계산식 2에서,
- [0085] F는 폴리에스테르 원단의 길이가 d1만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타내고,
- [0086] d1은 폴리에스테르 원단의 길이가 늘어난 길이를 나타낸다.
- [0087] 상기 폴리에스테르 원단은 기존의 폴리에스테르 원단에 비해 높은 수준의 강인성(Toughness, 파단일)을 가짐으로써, 고온-고압의 가스의 에너지를 효과적으로 흡수하고 견딜 수 있다. 특히, 에어백용 폴리에스테르 원단의 강인성이 3.5 kJ/m<sup>2</sup> 내지 6.0 kJ/m<sup>2</sup>, 바람직하게는 3.8 kJ/m<sup>2</sup> 내지 5.7 kJ/m<sup>2</sup>를 나타냄에 따라, 고온-고압의 가스의 에너지를 효과적으로 흡수하고 견딜 수 있어 에어백용 원사 및 원단으로 매우 효과적으로 사용될 수 있다. 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 초래하게 된다. 따라서, 본 발명에서 원단의 강인성이, 예를 들어, 3.5 kJ/m<sup>2</sup> 미만이 될 경우에는 에어백용 원단으로 적용이 어렵게 될 수 있다.
- [0088] 또한, 상기 폴리에스테르 원단은 고온-고압의 가스에 의해 급속하게 팽창됨으로 우수한 인열강도 수준이 요구되는데, 상기 에어백용 원단의 파열 강도를 나타내는 인열강도는 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 활탈저항력(Edge Comb Resistance)이 낮아지며 에어백 전개시 공기차단성이 급격히 나빠짐으로써 바람직하지 못할 수 있다.
- [0089] 상기 폴리에스테르 원단은 상술한 바와 같이 고강력 고신율의 저모듈러스로 우수한 수축율 특성을 갖는 원사를 사용함으로써, 우수한 활탈저항력(Edge Comb Resistance)을 확보하여 최종 직물의 기계적 물성, 고온 고압 가스에 대한 에너지 흡수 성능, 및 폴딩성 등을 동시에 향상시킬 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 폴리에스테르 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 6479 방법으로 상온(25 ℃)에서 측정된 활탈저항력이 350 N 이상 또는 350 내지 1000 N, 바람직하게는 380 N 이상 또는 380 내지 970 N이 될 수 있다. 또한, 상기 폴리에스테르 원단은 90 ℃에서 측정된 활탈저항력이 300 N 이상 또는 300 내지 970 N, 바람직하게는 320 N 이상 또는 320 내지 950 N이 될 수 있다. 이 때, 상기 폴리에스테르 원단의 활탈저항력은 상온(25 ℃) 및 90 ℃에서 측정시, 각각 350 N 미만 및 300 N 미만인 경우에는 에어백 전개시 에어백 쿠션 봉체부위의 원단 강도가 급격히 나빠짐으로써 실제 에어백 전개시 원단에서 핀홀(pin hole) 발생과 봉목 밀림 현상으로 인한 원단 찢어짐 현상이 발생되어 바람직하지 못할 수 있다.
- [0090] 또한, 상기 폴리에스테르 원단에서 기밀성을 위해서는 고압의 공기 등에 의한 인장력에 견디서 신장이 최소한으로 되고, 이와 동시에 에어백 작동시 충분한 기계적 물성을 확보하기 위해서는 고온 고압의 가스 배출에서 에너지 흡수 성능이 최대한으로 되는 것이 매우 중요하다. 이에 따라, 상기 원단은 하기 계산식 3에 의하여 원단의 커버팩터가 1,800 내지 2,460, 바람직하게는 1,880 내지 2,360으로 최적화되어 제직함으로써 에어백 전개시 기밀성 및 에너지 흡수 성능을 더욱 좋게 할 수 있다.
- [0091] [계산식 3]
- [0092] 커버팩터(CF)
- [0093] 
$$= \text{경사밀도(본/인치)} \times \sqrt{\text{경사데니어}} + \text{위사밀도(본/인치)} \times \sqrt{\text{위사데니어}}$$
- [0094] 여기서, 상기 원단의 커버팩터가 1,800 미만일 때는 공기 팽창시 공기가 외부로 쉽게 배출되는 문제가 발생할 수 있으며, 상기 원단의 커버팩터가 2,460을 초과할 경우 에어백 장착시 에어백 쿠션의 수납성 및 폴딩성이 현저히 떨어질 수 있다.
- [0095] 본 발명에 따른 폴리에스테르 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 1776의 방법으로 측정된 경사방향 및 위사방향의 원단수축율이 각각 1.0% 이하, 바람직하게는 0.8% 이하가 될 수 있으며, 상기 에이징을 실시한 후에 경사방향 및 위사방향의 원단수축율이 각각 1.0% 이하, 바람직하게는 0.8% 이하가 될 수 있다. 여기서, 원단의 형태 안정성 측면에서는 경사방향 및 위사방향의 원단수축율이 1.0%를 초과하지 않는 것이 가장 바람직하다.

- [0096] 상기 폴리에스테르 원단은 전술한 바와 같이, 고강력 저모듈러스의 특성 갖는 폴리에스테르 원사를 사용하여 원단의 강인성 및 인열강도를 유지함과 동시에, 원단의 강연도(stiffness)를 현저히 낮출 수 있다. 상기 에어백용 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 4032 방법에 따른 강연도가 1.5 kgf 이하 또는 0.3 내지 1.5 kgf, 바람직하게는 1.2 kgf 이하 또는 0.3 내지 1.2 kgf, 좀더 바람직하게는 0.8 kgf 이하 또는 0.3 내지 0.8 kgf을 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. 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.
- [0097] 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 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.
- [0098] 상기 폴리에스테르 원단의 미국재료시험협회규격 ASTM D 737 방법에 따른 정적 공기투과도는, 비코팅 원단에 대하여  $\Delta P$ 가 125 pa일 때 10.0 cfm 이하 또는 0.3 내지 10.0 cfm, 바람직하게는 8.0 cfm 이하 또는 0.3 내지 8.0 cfm, 더욱 바람직하게는 5.0 cfm 이하 또는 0.3 내지 5.0 cfm로 될 수 있으며,  $\Delta P$ 가 500 pa일 때 14 cfm 이하 또는 4 내지 14 cfm, 바람직하게는 12 cfm 이하 또는 4 내지 12 cfm로 될 수 있다. 또한, 미국재료시험협회규격 ASTM D 6476 방법에 따른 동적 공기투과도는 1,700 mm/s 이하, 바람직하게는 1,600 mm/s 이하 또는 200 내지 1,600 mm/s, 보다 바람직하게는 1,400 mm/s 이하 또는 400 내지 1,400 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.
- [0099] 특히, 상기 폴리에스테르 원단의 공기투과도는 원단에 고무성분 코팅층을 포함시킴으로써 현저히 낮출 수 있으며, 거의 0 cfm에 근사한 값의 공기투과도를 확보할 수도 있다. 다만, 이같이 고무성분 코팅을 수행한 경우에, 본 발명의 에어백용 코팅 원단은 미국재료시험협회규격 ASTM D 737 방법에 따른 정적 공기투과도가  $\Delta P$ 가 125 pa일 때 0.1 cfm 이하 또는 0 내지 0.1 cfm, 바람직하게는 0.05 cfm 이하 또는 0 내지 0.05 cfm으로 될 수 있으며,  $\Delta P$ 가 500 pa일 때 0.3 cfm 이하 또는 0 내지 0.3 cfm, 바람직하게는 0.1 cfm 이하 또는 0 내지 0.1 cfm으로 될 수 있다.
- [0100] 여기서, 본 발명의 폴리에스테르 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.
- [0101] 또한, 본 발명의 또 다른 구현예에 따라, 폴리에스테르 원사를 사용한 에어백용 원단의 제조 방법이 제공된다. 본 발명에 따른 폴리에스테르 원단의 제조방법은 상기 폴리에스테르 원사를 사용하여 에어백용 생지를 제작하는 단계, 상기 제작된 에어백용 생지를 정련하는 단계, 및 상기 정련된 직물을 텐터링하는 단계를 포함한다.
- [0102] 본 발명에서 상기 폴리에스테르 원사는 통상적인 제작 방법과, 정련 및 텐터링 공정을 거쳐서 최종적인 에어백용 원단으로 제조될 수 있다. 이때, 원단의 제작형태는 특정 형태에 국한되지 않으며 평직 타입과 OPW(One Piece Woven) 타입의 제작형태 모두가 바람직하다.
- [0103] 특히, 본 발명에 따른 폴리에스테르 원단은 상기 폴리에스테르 원사를 위사 및 경사로 이용하여 비밍(beaming), 제작, 정련, 및 텐터링 공정을 거쳐 제조될 수 있다. 상기 원단은 통상적인 제작기를 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.
- [0104] 또한, 본 발명의 폴리에스테르 원단은 표면에 코팅 또는 라미네이트된 실리콘 수지, 폴리비닐클로라이드 수지, 폴리에틸렌 수지, 폴리우레탄 수지 등의 1종 이상으로 이루어진 코팅층을 더욱 포함하는 것이 바람직하며, 코팅 수지의 종류는 상기 언급된 물질에만 한정되지는 않는다. 상기 수지 코팅층은 나이프 코트법, 닥터블레이드법, 또는 분무코팅법으로 적용할 수 있지만, 이 또한 상기 언급된 방법에만 한정되지는 않는다.

- [0105] 상기 수지 코팅층의 단위면적당 코팅량은 20 내지 200 g/m<sup>2</sup>, 바람직하게는 20 g/m<sup>2</sup> 내지 100 g/m<sup>2</sup>가 되도록 사용할 수 있다. 특히, OPW(One Piece Woven) 타입의 사이드 커튼 에어백용 원단의 경우에 있어서는 상기 코팅량이 30 g/m<sup>2</sup> 내지 95 g/m<sup>2</sup>가 바람직하고, 에어백용 평직 원단의 경우는 상기 코팅량이 20 g/m<sup>2</sup> 내지 50 g/m<sup>2</sup> 수준이 바람직하다.
- [0106] 이렇게 코팅된 폴리에스테르 원단은 재단과 봉제공정을 거치면서 일정한 형태를 갖는 에어백 쿠션 형태로 제조된다. 상기 에어백은 특별한 형태에 국한되지 아니하며 일반적인 형태로 제조될 수 있다.
- [0107] 한편, 본 발명의 또 다른 구현예에 따라, 상기의 에어백을 포함하는 에어백 시스템을 제공한다. 상기 에어백 시스템은 관련 업자들에게 잘 알려진 통상의 장치를 구비할 수 있다. 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.
- [0108] 본 발명에 있어서 상기 기재된 내용 이외의 사항은 필요에 따라 가감이 가능한 것이므로, 본 발명에서는 특별히 한정하지 아니한다.

**발명의 효과**

- [0109] 본 발명에 따르면, 상온 대비 열처리 후 강인성이 최적화되어, 우수한 기계적 물성과 함께 유연성 및 폴딩성이 우수한 에어백용 원단을 제조할 수 있는 폴리에스테르 원사가 제공된다.
- [0110] 이러한 폴리에스테르 원사는 고강력 고신율의 저모듈러스 원사로서 상온 및 열처리 후의 강인성 등이 최적화됨으로써 에어백용 원단에 사용시 우수한 형태안정성, 기계적 물성, 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.
- [0111] 따라서, 본 발명의 폴리에스테르 원사 및 이를 이용한 폴리에스테르 원단은 차량용 에어백 제조 등에 매우 바람직하게 사용될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0112] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 에어백용 폴리에스테르 원사 제조공정을 모식적으로 나타낸 공정도이다.  
 도 2는 일반적인 섬유류의 강-신도 곡선의 예를 나타내는 것으로, 이러한 강-신도 곡선의 면적이 강인성(Toughness; 파단일, J/m<sup>2</sup>)으로 정의될 수 있다.  
 도 3은 본 발명의 실시예 5에 따른 폴리에스테르 원사의 상온에서 측정된 강-신도 곡선을 나타내는 것이다.  
 도 4는 본 발명의 실시예 5에 따른 폴리에스테르 원사의 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 강-신도 곡선을 나타내는 것이다.  
 도 5는 본 발명의 비교예 5에 따른 폴리에스테르 원사의 상온에서 측정된 강-신도 곡선을 나타내는 것이다.  
 도 6은 본 발명의 비교예 5에 따른 폴리에스테르 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 강-신도 곡선을 나타내는 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0113] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0114] 실시예 1~5
- [0115] 소정의 고유점도 및 CEG 함량을 갖는 PET 중합체를 용융 방사하고 냉각하는 방법으로 폴리에스테르 미연신사를 제조한 후에, 상기 미연신사를 소정의 연신비로 연신하며 열처리를 수행하여 폴리에스테르 원사를 제조하였다. 이때, PET 중합체의 고유점도와 분자내 CEG 함량, 용융 방사 공정시의 방사 속도 및 방사 장력, 방사 온도

조건, 연신비, 열처리 온도는 하기 표 1에 나타난 바와 같으며, 나머지 조건은 폴리에스테르 원사 제조를 위한 통상적인 조건에 따랐다.

표 1

구 분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5
PET 함량(몰%)	100	100	100	100	100
PET 칩의 고유점도(dl/g)	1.25	1.33	1.40	1.50	1.60
PET 칩의 CEG (meq/kg)	30	27	24	23	22
방사온도(℃)	293	295	295	295	295
충연신비	5.99	6.03	6.07	6.11	6.15
열처리온도(℃)	235	239	243	240	244
이완율(%)	5.6	5.7	5.8	6.1	6.3

상기 실시예 1-5에 따라 제조된 폴리에스테르 원사에 대하여 다음의 방법으로 물성을 측정하였으며, 측정된 물성은 하기 표 2에 정리하였다.

1) 인장강도 및 절단신도

미국재료시험규격 ASTM D 2256의 방법으로 만능재료 시험기(Instron)를 사용하여 폴리에스테르 원사의 인장강도 및 절단신도를 측정하였으며, 시료장(gauge length)은 250 mm이고, 인장속도는 300 mm/min으로 하였으며, 초기 로드는 0.05 g/d로 설정하고, 러버 그립(rubber faced grip)을 사용하여 60회~120회의 트위스팅(twisting)으로 원사가 파단될 때의 인장강도 및 절단신도를 측정하였다.

2) 건열수축율

영국 테스트라이트(Testrite)사의 Testrite MK-V 장비를 사용하여 180 ℃의 온도 및 초장력(30 g)에서 건열수축율을 2분 동안 측정하였다.

3) 모듈러스(Young's modulus)

미국재료시험협회규격 ASTM D 885의 방법으로 모듈러스(Young's modulus) 및 강신도를 측정하고, 각각 신도 1% 및 2%에서 즉, 1% 및 2% 신장된 지점에서 모듈러스를 하기 표 2에 나타내었다.

4) 원사의 강인성(Toughness)

별도의 열처리 없이 상온(25 ℃ 및 65±5 %RH)에서 원사의 강인성( $T^0$ , J/m<sup>3</sup>) 및 185 ℃에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 원사의 강인성 ( $T^1$ )을 하기 계산식 1에 나타난 바와 같이 측정하고, 상기 상온 대비 열처리 후의 강인성 비( $T^1/T^0$ )를 계산하였다.

[계산식 1]

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

상기 계산식 1에서,

F는 폴리에스테르 원사의 길이가 dl만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타내고,

dl은 폴리에스테르 원사의 길이가 늘어난 길이를 나타낸다.

5) 수축응력

가네보 열응력 시험기 측정(KE-2) 방법에 의해 열응력 시험을 통해, 160 ℃에서 원사의 수축응력( $P^1$ ) 및 190 ℃에서 원사의 수축응력( $P^2$ )을 측정하고, 그의 비( $P^1/P^2$ )를 계산하였다.

[0133] 6) 결정화도

[0134] 폴리에스테르 원사의 밀도  $\rho$  는 n-헵탄과 사염화탄소를 이용한 밀도구배관법에 따라 25 °C에서 측정하였으며, 결정화도는 하기 계산식 4에 따라 계산하였다.

[0135] [계산식 4]

[0136] 
$$X_c(\text{결정화도}) = \frac{\rho_c (\rho - \rho_a)}{\rho(\rho_c - \rho_a)}$$

[0137] 상기 식에서,  $\rho$  는 원사의 밀도,  $\rho_c$  는 결정의 밀도(PET의 경우는 1.457 g/cm<sup>3</sup>), 및  $\rho_a$  는 비결정의 밀도(PET의 경우는 1.336 g/cm<sup>3</sup>)이다.

[0138] 7) 고유점도

[0139] 사염화탄소를 이용하여 시료에서 유제를 추출하고, 160±2 °C에서 OCP (Ortho Chloro Phenol)로 녹인 후, 25°C의 조건에서 자동점도 측정기(Skyvis-4000)를 이용하여 점도관에서의 시료 점도를 측정하여 하기 계산식 5에 따라 폴리에스테르 원사의 고유점성도(intrinsic viscosity, IV)를 구하였다.

[0140] [계산식 5]

[0141] 
$$\text{고유점성도(IV)} = \{(0.0242 \times \text{Rel}) + 0.2634\} \times F$$

[0142] 상기 식에서,

[0143] 
$$\text{Rel} = \frac{\text{용액초수} \times \text{용액비중} \times \text{점도계수}}{\text{OCP 점도}}$$
 이고,

[0144] 
$$F = \frac{\text{Standard Chip의 IV}}{\text{Standard Chip을 표준 동작으로 측정한 3개의 평균 IV}}$$
 이다.

[0145] 8) CEG 함량

[0146] 폴리에스테르 원사의 카르복실 말단기(CEG, Carboxyl End Group)는 ASTM D 664 및 D 4094의 규정에 따라, 시료 0.2 g을 50 mL의 삼각 플라스크에 넣은 후, 벤질알콜 20 mL를 가하고 핫 플레이트(hot plate)를 이용하여 180 °C까지 올려 5분간 유지시켜 시료를 완전히 용해시킨 다음, 160 °C로 냉각시켜 135 °C가 도달할때 페놀프탈렌 5~6 방울을 가하고, 0.02N KOH로 적정하여 무색에서 분홍색으로 변하는 적정점에서 하기 계산식 6에 의해 CEG 함량(COOH million equiv./시료 kg)을 계산하였다.

[0147] [계산식 6]

[0148] 
$$\text{CEG} = (A-B) \times 20 \times 1/W$$

[0149] 상기 식에서, A는 시료의 적정에 소비된 KOH의 양(mL)이고, B는 공시료의 적정에 소비된 KOH의 양(mL)이며, W는 시료의 무게(g)이다.

[0150] 9) 단사 섬도

[0151] 단사 섬도는 열레를 이용하여 원사를 9,000 m만큼 취하고 그의 무게를 재어 원사의 총섬도(Denier)를 구한 후 필라멘트 수로 나누는 방법으로 측정하였다.

표 2

[0152]

구 분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5
결정화도(%)	43.2	43.9	45.2	45.6	46.3
원사의 고유점도(dl/g)	0.92	0.96	0.98	1.01	1.04
원사의 CEG(meq/kg)	33	29	27	26	26

원사의 모듈러스 (신도 1%에서, g/de)	99	96	97	94	98
원사의 모듈러스 (신도 2%에서, g/de)	78	76	77	76	77
원사의 인장강도(g/d)	9.1	9.15	9.20	9.3	9.33
원사의 절단신도(%)	16.5	17	18.5	17.2	17.6
상온 강인성( $T^0$ , J/m <sup>2</sup> )	96.5	97	99	103	106
열처리후 강인성 (185 °C, 60분; $T^1$ , J/m <sup>2</sup> )	86	90	92	95	100
상온대비 열처리후 강인성 비 ( $T^1/T^0$ )	0.89	0.93	0.93	0.92	0.94
160 °C에서 수축응력( $P^1$ , g)	62.5	63.5	65	110	115
190 °C에서 수축응력( $P^2$ , g)	83	84.5	86	145	150
160°C/190°C에서의 수축응력 비 ( $P^1/P^2$ )	0.75	0.75	0.76	0.76	0.77
원사의 건조수축율(%)	5.2	5.3	3.8	4.5	5.3
원사의 강인성 (Toughness, J/m <sup>2</sup> )	96.5	97	99	103	106
원사의 단사섬도 (DPF)	3.82	3.23	2.92	4.61	4.17
원사의 총섬도(de)	420	420	420	600	600
원사의 필라멘트수	110	130	144	130	144

[0153] 비교예 1~5

[0154] 하기 표 3에 기재된 조건을 제외하고는 실시예 1~5과 동일한 방법에 따라 비교예 1~5의 폴리에스테르 원사를 제조하였다.

**표 3**

구 분	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5
PET 함량(몰%)	100	100	100	100	100
PET 칩의 고유점도(dI/g)	0.80	0.83	0.88	0.91	0.92
PET 칩의 CEG (meq/kg)	52	49	45	45	43
방사온도(°C)	301	302	305	302	305
총연신비	4.95	5.03	5.10	5.03	5.10
열처리온도(°C)	220	223	227	223	227
이완율(%)	4.7	4.75	4.8	4.75	4.8

[0156] 상기 비교예 1~5에 따라 제조된 폴리에스테르 원사에 대하여, 실시예 1~5와 동일한 방법으로 원사 물성을 측정하였으며, 측정된 물성은 하기 표 4에 정리하였다.

**표 4**

구 분	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5
결정화도(%)	41.7	41.9	41.9	41.9	41.9
원사의 고유점도(dI/g)	0.59	0.60	0.61	0.61	0.62
원사의 CEG(meq/kg)	59	55	55	53	51
원사의 모듈러스 (신도 1%에서, g/de)	117	121	127	121	127
원사의 모듈러스 (신도 2%에서, g/de)	90	93	93	92	92
원사의 인장강도(g/d)	7.2	7.4	7.4	7.5	7.9

원사의 절단신도(%)	11.6	12.3	13.8	14.1	14.8
상온 강인성( $T^0$ , J/m <sup>2</sup> )	62	64	67	68	72
열처리후 강인성 (185 °C, 60분; $T^1$ , J/m <sup>2</sup> )	48	49	50	53	55
상온대비 열처리후 강인성 비 ( $T^1/T^0$ )	0.77	0.77	0.75	0.78	0.76
160 °C에서 수축응력( $P^1$ , g)	42.5	43.5	45	92	97
190 °C에서 수축응력( $P^2$ , g)	62	65.9	69.4	134	146
160°C/190°C에서의 수축응력 비 ( $P^1/P^2$ )	0.69	0.66	0.65	0.69	0.66
원사의 건열수축율(%)	15.5	13.6	11.4	12.0	11.8
원사의 강인성 (Toughness, J/m <sup>2</sup> )	62	64	67	68	72
원사의 단사섬도 (DPF)	10.4	8.67	7.22	11.7	9.72
원사의 총섬도(de)	520	520	520	700	700
원사의 필라멘트수	50	60	72	60	72

[0158] 또한, 실시예 5에 따른 폴리에스테르 원사의 상온에서 측정된 강-신도 곡선 및 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 강-신도 곡선을 각각 도 3 및 도 4에 나타내었다. 비교예 5에 따른 폴리에스테르 원사의 상온에서 측정된 강-신도 곡선 및 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후 측정된 강-신도 곡선을 각각 도 5 및 도 6에 나타내었다.

[0159] 실시예 5에 따른 폴리에스테르 원사는 도 3 및 도 4에 나타낸 바와 같이, 상온 및 185 °C에서 60 분 동안 열처리 후의 원사 강인성이 각각 106 J/m<sup>2</sup> 및 100 J/m<sup>2</sup>로 매우 우수한 범위를 유지함을 알 수 있다. 이로써 본 발명의 폴리에스테르 원사가 열처리 공정으로 인해 인장강도에서 약간의 저하가 있지만 PET 고분자의 분자 배향의 재배열에 의하여 신율이 현저히 향상됨으로써 최종적인 원사의 강인성은 상온 대비 크게 떨어지지 않으며, 상온 대비 열처리 후 원사의 강인성 비가 0.94로 매우 우수한 범위로 유지함을 알 수 있다.

[0160] 따라서, 실시예 5에 따른 폴리에스테르 원사는 상온대비 열처리 후에 우수한 강인성을 유지되는 특성을 가짐으로써, 차량용 에어백 원단으로 적용시에 우수한 기계적 물성을 확보할 수 있다. 또한, 에어백용 원단의 열고정 온도 영역에서 수축응력을 측정할 경우 높은 수축응력을 가짐으로써, 원단 열고정시 열 수축거동에 의한 원단내 경-위사 방향으로의 미세 공극이 줄어들고 크립프 발현도 높아지게 됨으로써 에어백 쿠션 전개시 붕목미어짐 현상을 줄일 수 있는 높은 활탈저항력을 확보할 수 있다.

[0161] 반면에, 비교예 5에 따른 에어백용 원사는 도 5 및 도 6에 나타낸 바와 같이, 상온 대비 185 °C에서 60 분 동안 열처리한 후에 원사의 인장강도와 함께 절단신도 모두가 감소되었음을 알 수 있다. 특히, 상기 비교예 5에 따른 폴리에스테르 원사는 상온 및 열처리 후의 강인성이 각각 72 J/m<sup>2</sup> 및 55 J/m<sup>2</sup>로 급격히 떨어짐을 알 수 있다. 이로써, 비교예 5의 원사를 에어백용 원단으로 적용시 순간적인 고온/고압의 인플레이터 가스(gas) 압력을 흡수할 수 있는 능력이 떨어지며, 상온 대비 열처리 후 원사의 강인성 비가 0.76으로 현저히 떨어지는 것을 알 수 있다. 또한, 비교예 5의 원사는 에어백용 원단으로 적용시 열고정 온도 영역에서 매우 낮은 수축응력을 갖게 됨으로써, 원단 열고정시 열 수축거동이 미흡하여 원단내 경-위사 방향으로의 미세 공극은 넓어지게 되고, 크립프 발현도 낮아지게 됨을 알 수 있다. 또한, 이에 따라, 비교예 5의 원사를 적용한 원단은 에어백 쿠션 전개시 붕목미어짐 현상을 유발할 수 있는 낮은 활탈저항력을 가지게 되고, 원단 자체의 유연성도 미확보 됨으로써 에어백용 원단으로 사용하기에 적합하지 않은 것을 알 수 있다.

[0162] 제조예 1~5

[0163] 실시예 1~5에 따라 제조된 폴리에스테르 원사를 사용하여 래피어직기를 통해 에어백용 원단 생지를 제작하고, 정련 및 텐터링 공정을 거쳐 에어백용 원단을 제조하고, 상기 원단에 액상 실리콘 고무(LSR) 수지를 나이프 코팅(knife over roll coating)방법으로 코팅하여 실리콘 코팅된 원단을 제조하였다.

[0164] 이때, 원단의 경사 및 위사 제직밀도, 제직형태, 수지 코팅량은 하기 표 5에 나타낸 바와 같으며, 나머지 조건

은 에어백용 폴리에스테르 원단 제조를 위한 통상적인 조건에 따랐다.

표 5

구 분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5
제직밀도(경사×위사)	49x49	49x49	49x49	43x43	43x43
제직형태	평직	평직	평직	평직	평직
열처리/가황온도(℃)	180	185	190	185	190
고무성분	액상실리콘	액상실리콘	액상실리콘	액상실리콘	액상실리콘
수지 코팅량 (g/m <sup>2</sup> )	25	25	25	25	25

상기 실시예 1~5에 따라 제조된 폴리에스테르 원사를 사용하여 제조된 각각의 에어백용 폴리에스테르 원단에 대하여 다음의 방법으로 물성을 측정하였으며, 측정된 물성은 하기 표 6에 정리하였다.

(a) 원단의 강인성(Toughness)

하기 계산식 2에 의해 원단의 강인성(Toughness, J/m<sup>2</sup>) 값을 계산하였다.

[계산식 2]

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

상기 계산식 2에서,

F는 폴리에스테르 원단의 길이가 dl만큼 늘어날 때에 가해지는 하중을 나타내고,

dl은 폴리에스테르 원단의 길이가 늘어난 길이를 나타낸다.

이때, 원단의 강인성은 코팅 처리 전의 비코팅된 원단으로 측정하였다.

(b) 인열강도

미국재료시험협회규격 ASTM D 2261 TONGUE에 따라 비코팅 원단에 대한 인열강도를 측정하였다.

먼저, 코팅 처리 전의 비코팅된 원단을 사용하여 각각의 시편으로 가로75mm×세로200mm를 재단한 후, 상기 시편의 윗쪽과 아랫쪽 각각을 미국재료시험협회규격 ASTM D 2261 TONGUE에 따른 장치에서 상단 및 하단의 물림 장치면(jaw face)의 좌우공간 사이에 위치시켰다. 그 후에, 상기 물림 장치면(jaw face)의 간격은 76 mm를 기준으로 하여, 각각 반대 방향으로, 즉, 상단의 물림 장치는 상부쪽으로 하단의 물림 장치는 하부쪽으로 300 mm/min 속도로 이동시키면서 원단이 파열될 때의 강도를 측정하였다.

(c) 인장강도 및 절단신도

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.

(d) 활탈저항력

코팅 처리 전의 비코팅된 원단을 사용하여 미국재료시험협회규격 ASTM D 6479에 따른 방법으로 상온(25 ℃) 및 90 ℃에서 원단의 활탈저항력을 각각 측정하였다.

(e) 커버팩터(CF)

하기 계산식 3에 의해 비코팅 원단에 대한 커버팩터 값을 계산하였다.

[계산식 3]

[0185] 커버팩터(CF)

[0186] 
$$= \text{경사밀도(분/인치)} \times \sqrt{(\text{경사데니어})} + \text{위사밀도(분/인치)} \times \sqrt{(\text{위사데니어})}$$

[0187] (f) 경사 및 위사 방향 원단수축율

[0188] 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  $\{(\text{수축전 길이} - \text{수축후 길이}) / \text{수축전 길이} \times 100\%$  측정하였다.

[0189] (g) 강연도

[0190] 코팅 처리 전의 비코팅된 원단에 대하여 미국재료시험협회규격 ASTM D 4032에 따른 강연도 측정장치를 이용하여 써클라벤드법(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.

[0191] (h) 후도

[0192] 미국재료시험협회규격 ASTM D 1777에 따라 코팅 처리 전의 비코팅된 원단의 후도를 측정하였다.

[0193] (i) 공기투과도

[0194] 미국재료시험협회규격 ASTM D 737에 따라 코팅 처리 전의 비코팅된 원단을 20 °C, 65 %RH 하에서 1일 이상 방치한 후, ΔP가 각각 125 pa 및 500 pa의 압력의 공기가 38 cm<sup>2</sup>의 원형단면을 통과하는 양을 측정하여 정적 공기투과도로 나타내었다.

[0195] 또한, ASTM D 6476에 따라 동적 공기투과도 시험기(TEXTEST FX 3350Dynamic Air Permeability Tester)를 사용하여 상기 비코팅 원단의 동적 공기투과도를 측정하여 나타내었다.

표 6

구 분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	
원단의 강인성 (Toughness, kJ/m <sup>2</sup> )	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	
원단의 활탈저항력(25°C)	430	446	450	520	535	
원단의 활탈저항력(90°C)	380	390	415	480	495	
원단의 커버팩터	2,008	2,008	2,008	2,107	2,107	
원단수축율 (%)	경사	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
	위사	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
강연도(kgf)	0.40	0.40	0.35	1.00	0.90	
후도(mm)	294	294	295	338	338	
정적 공기투과 도(cfm)	ΔP = 125 pa	1.0	0.9	0.8	0.6	0.6
	ΔP = 500 pa	9.5	9.3	9.2	5.4	5.4
동적 공기 투과도(mm/s)	620	610	590	450	430	

[0197] 비교 제조예 1~5

[0198] 실시예 1~5에 따라 제조된 폴리에스테르 원사를 대신하여, 비교예 1~5의 폴리에스테르 원사를 사용한 것을 제외하고는 제조예 1~5과 동일한 방법에 따라 비교 제조예 1~5의 에어백용 폴리에스테르 원단을 제조하고, 이에 대한 물성을 측정하여 하기 표 7에 정리하였다.

표 7

구 분	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5	
원단의 강인성 (Toughness, kJ/m <sup>2</sup> )	2.6	2.8	3.0	2.8	3.0	
원단의 인열강도(kgf)/비코팅	14	15	16	20	21	
원단의 인열강도(kgf)/코팅	22	24	24	24	25	
원단의 인장강도(kgf/inch)	186	188	188	197	199	
원단의 절단신도(%)	21	22	23	23	23	
원단의 활탈저항력(25℃)	272	282	287	322	329	
원단의 활탈저항력(90℃)	257	265	271	297	300	
원단의 커버팩터	2,235	2,235	2,235	2,275	2,275	
원단수축율 (%)	경사	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1
	위사	1.2	1.0	0.9	1.0	0.9
강연도(kgf)	2.4	2.1	2.0	2.6	2.4	
후도(mm)	304	306	306	351	351	
정적 공기 투과 도(cfm)	$\Delta P = 125 \text{ pa}$	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1
	$\Delta P = 500 \text{ pa}$	13.5	13.3	13.0	12.6	12.5
동적 공기 투과도(mm/s)	1,850	1,800	1,750	1,900	1,800	

[0200] 상기 표 6에서 보는 것과 같이, 상온 대비 열처리 후 강인성을 최적화한 실시예 1~5의 폴리에스테르 원사를 사용한 제조예 1~5의 에어백용 원단은, 비코팅 원단의 인열강도가 19 내지 26 kgf이고, 인장강도가 227 내지 305 kgf/inch이며, 원단수축율이 경사방향 및 위사방향에서 각각 0.4% 내지 0.5% 및 0.3% 내지 0.4%로 매우 우수한 특성을 갖는 것을 알 수 있다. 이와 동시에, 상기 제조예 1~5의 에어백용 폴리에스테르 원단은 강연도가 0.35 내지 1.0 kgf로 우수한 최적 범위를 가짐으로써, 우수한 형태안정성, 기계적 물성과 함께 우수한 폴딩성, 수납성을 갖는 것임을 확인할 수 있다.

[0201] 특히, 제조예 1~5의 에어백용 원단은 고강력 고절신의 저모듈러스의 원사를 사용하여 비코팅 원단의 정적공기투과도( $\Delta P = 125 \text{ pa}$ )는 0.6 내지 1.0 cfm 수준이고, 정적공기투과도( $\Delta P = 500 \text{ pa}$ )는 5.4 내지 9.5 cfm 수준이어서 우수한 기밀성 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한, 원단의 커버팩터 값은 비교 제조예 1~5 대비 낮은 수치임에도 불구하고 25℃ 및 90℃에서의 활탈저항력 값이 각각 430 N 내지 535 N 및 380 N 내지 495 N으로 매우 우수한 값을 보임으로써 에어백 쿠션 전개시 쿠션 외곽시접(seam) 부위에서의 봉목 미어짐 현상이 크게 향상될 수 있음을 알 수 있다.

[0202] 반면에, 상기 표 7에서 보는 것과 같이, 비교예 1~5의 폴리에스테르 원사를 사용한 비교 제조예 1~5의 에어백용 원단은 이러한 특성을 충족하지 못함이 확인되었다. 특히, 비교 제조예 1~5의 에어백용 원단은 경사방향 및 위사방향의 수축율이 각각 1.1% 내지 1.3% 및 0.9% 내지 1.2%이며, 인장강도가 186 내지 199 kgf/inch이고, 비코팅 원단의 인열강도가 14 내지 21 kgf로 현저히 떨어짐을 알 수 있다. 이같이 인장강도 및 인열강도 등의 기계적 물성이 현저히 떨어지는 원단이 에어백 장치에 사용되는 경우, 에어백 전개시 에어백이 파열되는 등의 기계적 물성 저하에 따른 문제가 발생할 수 있다.

[0203] 또한, 상기 비교 제조예 1~5에 따른 비코팅 원단의 정적공기투과도( $\Delta P = 125 \text{ pa}$ )는 2.1 내지 2.4 cfm 수준이고, 정적공기투과도( $\Delta P = 500 \text{ pa}$ )는 12.5 내지 13.5 cfm 수준으로 크게 증가하여 기밀성이 떨어짐을 알 수 있으며, 이같이 공기투과도가 증가한 경우에는 에어백 전개시 에어가 쉽게 빠져나가 에어백 역할을 충분히 수행하지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 그리고, 원단의 커버팩터 값은 제조예 1~5 대비 높은 수치임에도 불구하고 25℃ 및 90℃에서의 활탈저항력 값이 각각 272 N 내지 329 N 및 257 N 내지 300 N로 현저히 떨어짐으로써, 에어백 쿠션 전개시 쿠션 외곽시접(seam) 부위에서의 봉목 미어짐 현상이 크게 발생됨으로써 고객의 안전에 큰 문제점이 될 수 있음을 알 수 있다.

[0204] 실험예 1

[0205] 상기 제조예 1~5 및 비교 제조예 1~5에서 코팅 공정을 수행하지 않은 에어백용 폴리에스테르 비코팅 원단을 사

용하여 에어백 쿠션을 제조하고, 각각 하기 표 8에 나타낸 바와 같이 DAB(driver airbag) 쿠션 어셈블리 또는 PAB(passenger airbag) 쿠션 어셈블리로 차량용 에어백을 제작하였다. 이렇게 완성된 차량용 에어백에 대하여, 3 가지 열처리 조건(상온: 25 ℃ x 4 hr 오븐 방치, Hot: 85 ℃ x 4 hr 오븐 방치, Cold: -30 ℃ x 4 hr 오븐 방치) 하에서 전개 테스트(static test)를 실시하였다. 상기 전개 테스트(static test) 결과, 원단 찢어짐, 핀홀(pin hole) 발생, 및 원단 탄화 현상이 발생하지 않는 경우에 "Pass"로 평가하고, 원단 찢어짐, 봉제부 핀홀(pin hole) 발생, 또는 원단 탄화 현상 중 어느 한 가지라도 발생한 경우에는 "Fail"로 평가하였다.

[0206] 상기 제조예 1~5 및 비교 제조예 1~5의 에어백용 폴리에스테르 비코팅 원단을 사용하여 제조된 에어백 쿠션에 대한 전개 테스트(static test) 평가 결과를 하기 표 8에 나타내었다.

표 8

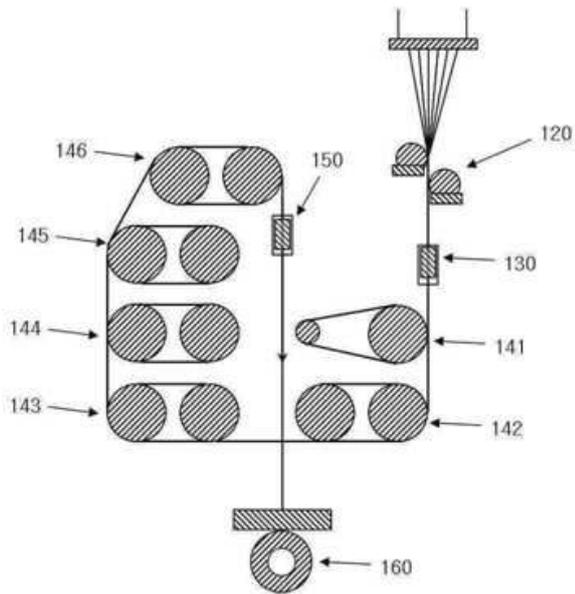
구분	쿠션 사양	화약식 인플레이터 압력(kPa)	상온 전개 테스트	Hot 전개 테스트	Cold 전개 테스트
실시예1	DAB	190	Pass	Pass	Pass
실시예2	DAB	190	Pass	Pass	Pass
실시예3	DAB	190	Pass	Pass	Pass
실시예4	PAB	330	Pass	Pass	Pass
실시예5	PAB	330	Pass	Pass	Pass
비교예1	DAB	190	Fail	Fail	Fail
비교예2	DAB	190	Fail	Fail	Fail
비교예3	DAB	190	Fail	Fail	Fail
비교예4	PAB	330	Fail	Fail	Fail
비교예5	PAB	330	Fail	Fail	Fail

[0208] 상기 표 8에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따라 상온 대비 열처리 후 강인성을 최적화한 실시예 1~5의 폴리에스테르 원사를 사용한 제조예 1~5의 에어백용 원단을 포함하는 차량용 에어백에 대하여 각각 3가지 열처리 온도 조건 하에서 오븐에 방치한 후 전개 테스트를 진행한 결과, 원단 찢어짐, 봉제부 핀홀(pin hole) 발생, 및 원단 탄화 현상 등이 발생하지 않아 모두 차량용 에어백으로서 우수한 성능을 갖는 것임을 알 수 있다.

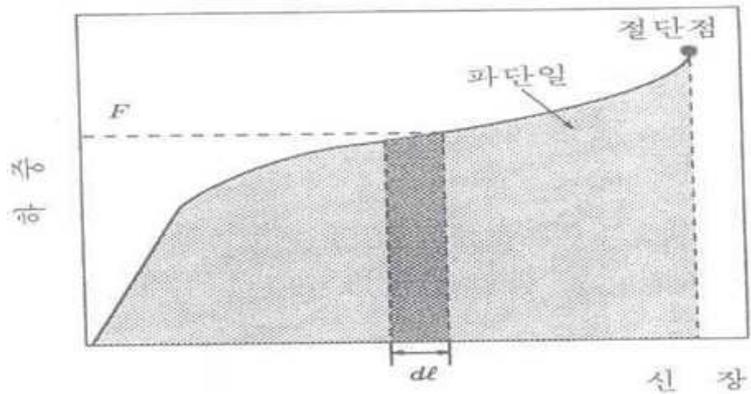
[0209] 반면에, 비교예 1~5의 폴리에스테르 원사를 사용한 비교 제조예 1~5의 에어백용 원단을 포함하는 차량용 에어백에 대한 전개 테스트 결과에서는, 에어백 전개시 원단 찢어짐, 봉제부 핀홀(pin hole) 발생, 원단 탄화 현상 등으로 인해 각 쿠션 모두가 "Fail"로 평가되어 실제 에어백으로서 사용이 불가능한 것임을 알 수 있다. 특히, 비교 제조예 1, 2, 3의 원단을 포함하는 DAB(driver airbag) 쿠션 어셈블리에 대한 전개 테스트에서는 쿠션의 외곽 시점부에서 원단 찢어짐이 발생하였으며, 비교 제조예 4의 경우에는 인플레이터 입구부에서 원단의 찢어짐이 발생하였으며, 비교 제조예 5의 경우에는 메인 관넬 시점부에서 원단 찢어짐이 발생하였다. 또한, 이러한 비교 제조예 1~5의 원단을 포함하는 차량용 에어백에 대한 전개 테스트에서, 원단 찢어짐은 봉제부 핀홀(pin hole) 발생 및 원단 탄화 현상 등으로부터 기인하여 함께 발생되었음을 확인할 수 있었다. 따라서, 비교 제조예 1~5의 에어백용 원단은 실제 차량용 에어백 쿠션으로 적용시 에어백 파열 등으로 에어백 기능에 커다란 위험을 초래할 수 있다.

도면

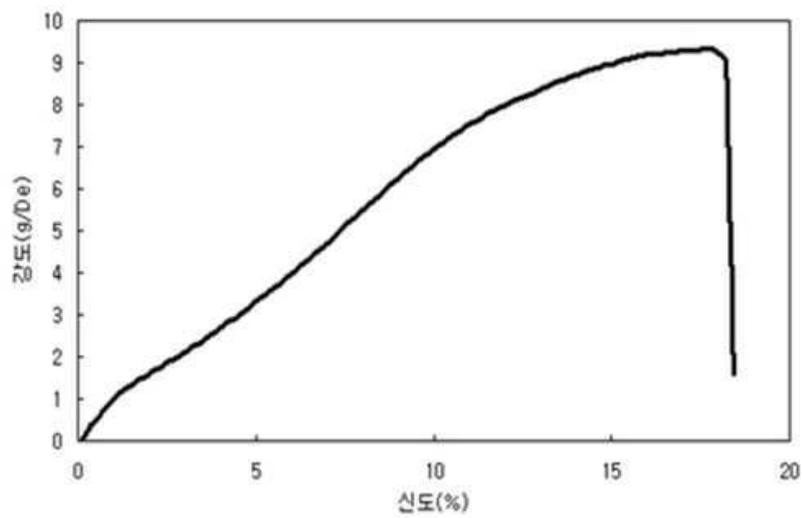
도면1



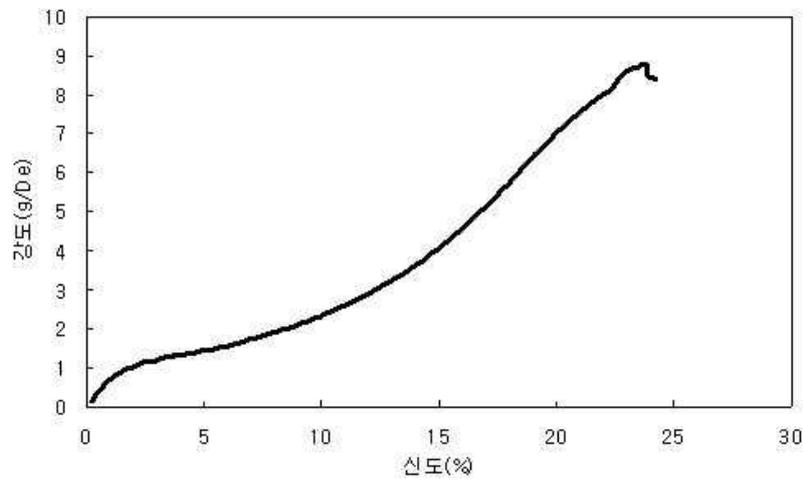
도면2



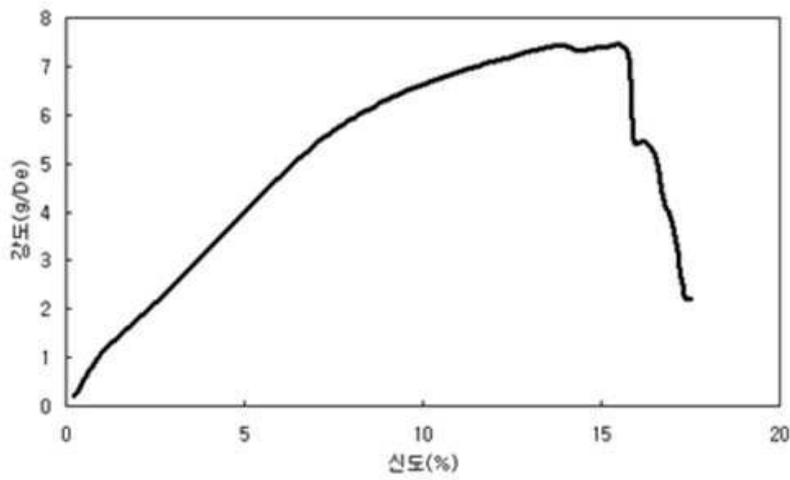
도면3



도면4



도면5



도면6

