(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2009 년 11 월 5 일 (05.11.2009)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2009/134063 A2

(51) 국제특허분류:
D02G 3/48 (2006.01) *D01F 6/60* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2009/002232

(22) 국제출원일: 2009 년 4 월 28 일 (28.04.2009)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2008-0039924 2008 년 4 월 29 일 (29.04.2008) KR
10-2008-0039993 2008 년 4 월 29 일 (29.04.2008) KR
10-2008-0040179 2008 년 4 월 30 일 (30.04.2008) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 코오롱 (KOLON INDUSTRIES, INC.) [KR/KR]; 경기도 과천시 별양동 1-23 코오롱타워, 427-040 Kyunggi-do (KR).

(72) 발명자; 겸
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 권소연 (KWON, So Yeon) [KR/KR]; 부산광역시 북구 만덕 2 동 874-2, 616-831 Busan (KR).

(74) 대리인: 특허법인 천문 (ASTRAN INT'L IP GROUP); 서울특별시 강남구 역삼동 732-27 신성빌딩 5 층, 135-514 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

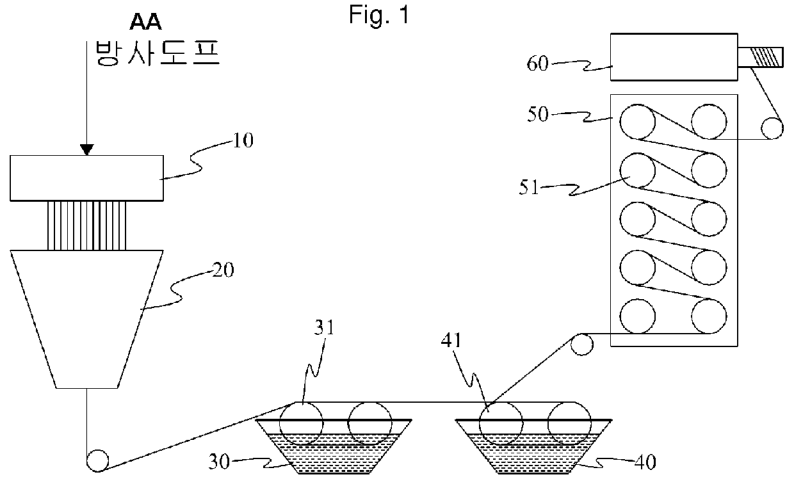
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: ARAMID TIRE CORD AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) **발명의 명칭**: 아라미드 타이어 코드 및 그 제조방법

Fig. 1



AA ... spinning dope

(57) **Abstract**: The present invention relates to an aramid tire cord with a superior initial modulus change rate, a tensile strain and an initial modulus, and a manufacturing method thereof. The present invention provides an aramid tire cord containing an aramid multi-filament, wherein the initial modulus change rate after repetitive stretch tests performed at 10 times the load of 10% of the cutting strength at 120℃, is 5% or lower, and a manufacturing method thereof. The aramid tire cord of the present invention exhibits an excellent initial modulus change rate, a tensile strain and an initial modulus retention at a high temperature, and thus has an excellent fatigue resistance as the aramid tire cord has an optimum modulus and a crystallization constant value and a crystallization orientation constant. Accordingly, the aramid tire cord of the present invention prevents degradation of physical properties and improves travel performance even under high speed travel for long durations with a high temperature and high pressure conditions, when the aramid tire cord is used as a reinforcement material for a tire.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2009/134063 A2

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 초기모듈러스 변화율, 신장변형율 및 초기모듈러스 등이 우수한 아라미드 타이어 코오드 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 본 발명은 아라미드 멀티필라멘트를 포함하되, 120℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후의 초기모듈러스 변화율이 5% 이하인 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드와 그 제조방법을 제공한다. 본 발명에 의한 아라미드 타이어 코오드는 최적의 모듈러스와 결정화상수 값 및 결정배향상수를 가짐에 따라, 고온에서 우수한 초기모듈러스 변화율과 신장변형율 및 초기모듈러스 유지율 등을 나타내고 이로 인해 우수한 내피로도를 갖는다. 따라서, 본 발명의 아라미드 타이어 코오드는 타이어의 보강재로 사용될 경우 장시간 고온 및 고압의 상태가 지속되는 고속 주행에서도 물성 저하를 방지하여 우수한 주행성능을 갖는다.

명세서

아라미드 타이어 코드 및 그 제조방법

기술분야

[1] 본 발명은 아라미드 타이어 코드 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 본 발명은 우수한 초기모듈러스, 신장변형율, 초기모듈러스 및 강력 유지율 등을 가짐으로써, 타이어 보강재로 사용될 경우 장시간의 고속 주행에서도 물성 저하를 최소화할 수 있는 아라미드 타이어 코드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 타이어와 같은 고무 제품의 보강재로서 타이어 코드, 특히 접착제로 처리된 타이어 코드가 널리 이용되고 있다. 타이어 코드의 재료로는 나일론 섬유, 폴리에스테르 섬유, 셀룰로오스계 재생 섬유 등이 있다. 최종 고무 제품의 성능을 향상시키는 중요한 방법들 중 하나는 보강재로서 사용되는 타이어 코드의 물성을 향상시키는 것이다.

[3] 일반적으로 우수한 신율과 강력을 갖는 나일론 섬유는 높은 하중이 가해지는 대형 트럭 및 비포장 도로와 같은 굴곡이 많은 노면을 주행하는 차량의 타이어의 보강재에 사용된다. 그러나, 나일론 섬유는 낮은 모듈러스를 갖고 있기 때문에 고속으로 주행하는 경주용 차량 및 양호한 승차감이 요구되는 승용차의 타이어에는 적합하지 않다.

[4] 폴리에스테르 섬유는 나일론 섬유에 비해 형태 안정성과 가격 경쟁력이 우수하여 타이어 코드 분야에서 그 사용량이 지속적으로 증가하고 있지만, 내열성 및 고무와의 접착력이 낮아 고속 주행용 차량의 타이어에는 적합하지 않다.

[5] 레이온 섬유와 같은 재생 셀룰로오스 섬유는 고온에서 우수한 강력 유지율과 형태 안정성을 보인다. 그러나 재생 셀룰로오스 섬유는 수분에 의한 강력 저하가 심하기 때문에 타이어 제조시 철저한 수분 관리가 요구되며, 무엇보다도 다른 소재에 비해 가격 대비 강력이 매우 낮다는 문제점이 있다.

[6] 한편, 중장비 차량, 경주용 차량, 항공기, 농업용 차량 등에 사용되는 타이어 보강용 섬유 코드는 폴리에스테르 섬유 또는 나일론 섬유에 의해 얻을 수 있는 것보다 훨씬 높은 강도와 모듈러스를 가질 것이 요구된다.

[7] 이와 같은 높은 강도와 모듈러스를 제공할 수 있는 섬유는 방향족 폴리아미드 섬유의 일종인 소위 아라미드 섬유가 있다.

[8] 그러나, 아라미드 섬유는 고유의 높은 모듈러스와 낮은 신율특성을 가지고 있어 이를 이용하여 제조된 타이어 코드는, 일반적으로 고하중과 높은 스트레스의 조건에서 반복적으로 인장피로를 받는 경우, 낮은 내피로성으로 인해 아래와 같은 문제를 가지게 된다.

[9] 통상 자동차의 주행 중에는 마찰에 의해 타이어의 온도가 상승하며, 특히 고속 주행 중에는 고온 및 고압의 상태가 장시간 유지됨에 따라 타이어 보강용 섬유 코드도 고온 및 고압의 피로 조건에 노출되게 된다. 이때, 섬유 코드의 내피로성이 낮은 경우에는 반복적인 인장 및 수축에 의해 코드의 물성, 특히 강력이 급격히 저하되고, 이로 인해 타이어의 주행 성능이 크게 저하될 수 있다. 또한 심한 경우에는 주행 중에 타이어가 파열될 수도 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 도출된 것으로서, 장시간 고온 및 고압의 상태가 반복되는 고속 주행에서도 낮은 물성 저하를 가짐에 따라 우수한 주행성능을 발현할 수 있는 아라미드 타이어 코드를 제조하는 것을 목적으로 한다.

기술적 해결방법

[11] 상기 목적을 달성하고자 본 발명은, 아라미드 멀티필라멘트를 포함하되, 하기 계산식 1로 정의되는 120℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후의 초기모듈러스 변화율이 5% 이하인 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드를 제공한다.

[12] [계산식 1]

[13] 초기모듈러스 변화율(%)=[(M1-M2)/M1×100

[14] (상기 식에서 M1은 인장반복 실험 전의 초기모듈러스(g/d) 값이고, M2는 인장반복 실험 후의 초기모듈러스(g/d) 값이다)

[15] 한편, 아라미드 타이어 코오드는, 상기 계산식 1로 정의되고 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 5% 이하의 초기모듈러스 변화율을 가질 수 있다.

[16] 또한, 아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 2로 정의되고 120℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 95% 이상의 강도유지율을 가질 수 있다.

[17] [계산식 2]

[18] 강도유지율(%)=(S2/S1)×100

[19] (상기 식에서, S1은 인장반복 실험 전의 강도(g/d) 값이고, S2는 인장반복 실험 후의 강도(g/d) 값이다)

[20] 한편, 아라미드 타이어 코오드는, 상기 계산식 2로 정의되고 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 90% 이상의 강도유지율을 가질 수 있다.

[21] 또한, 아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 3으로 정의되고 30℃에서 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후 0.01~0.3%의 신장변형율을 가질 수 있다.

[22] [계산식 3]

[23] 신장변형율(%)=[(L1-L0)/L0]×100

[24] (상기 식에서, L0는 하중을 가하기 전의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값이고, L1은 30℃에서 아라미드 타이어 코오드의 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값을 나타낸다)

[25] 한편, 아라미드 타이어 코오드는, 상기 계산식 3으로 정의되고 120℃에서 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후 0.3~1.0%의 신장변형율을 가질 수 있다.

[26] 또한, 아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 4로 정의되고 95% 이상의 초기모듈러스 유지율을 갖는 것이 바람직하다.

[27] [계산식 4]

[28] 초기모듈러스 유지율(%)=(M'2/M'1)×100

[29] (상기 식에서, M'1은 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스(g/d) 값이고, M'2는 80℃, 80RH% 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스(g/d) 값이다)

[30] 또한, 아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 5로 정의되고 95% 이상의 강력 유지율을 갖는 것이 바람직하다.

[31] [계산식 5]

[32] 강력 유지율(%)=(S'2/S'1)×100

[33] (상기 식에서 S'1은 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 강력(g) 값이고, S'2는 80℃, 80RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 강력(g) 값이다)

[34] 또한, 아라미드 멀티필라멘트는 하기 계산식 6으로 정의되고 0.9~1.0의 결정화상수 값을 갖는 것이 바람직하다.

[35] [계산식 6]

[36] 결정화상수 값=C×D

[37] (상기 식에서, C는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도이고, D는 아라미드 멀티필라멘트의 밀도(g/㎤)이다)

[38] 한편, 아라미드 멀티필라멘트는 하기 계산식 7로 정의되고 0.5~0.7의 결정배향상수를 갖는 것이 바람직하다.

[39] [계산식 7]

[40] 결정배향상수=Xc×Fc

[41] (상기 식에서 Xc는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도 값이고, Fc는 아라미드 멀티필라멘트의 배향도 값이다)

[42] 또한, 아라미드 멀티필라멘트는 400~750g/d의 모듈러스를 갖는 것이 바람직하다.

[43] 한편, 아라미드 멀티필라멘트는 폴리(파라-페닐렌테레프탈아미드)를 포함할 수 있다.

[44] 또한, 아라미드 타이어 코오드는, 6.75㎏의 하중하에서 0.3~1.5%의 중간신도를 갖는 것이 바람직하다.

[45] 또한, 아라미드 타이어 코오드는, 0.3~-1.0%의 건열수축율을 갖는 것이 바람직하다.

[46] 본 발명의 다른 측면에서는, 방향족 폴리아미드 중합체를 포함하는 방사도프를 방사하는 단계, 상기 방사된 방사물을 응고시켜 멀티필라멘트를 형성하는 단계, 상기 멀티필라멘트를 수세하는 단계 및 상기 수세된 멀티필라멘트를 건조한 후 권취하는 단계를 포함하되,

[47] 상기 방사도프를 응고하는 단계는 상기 방사도프를 방사구금의 홀을 통과시킨 후, 에어 갭, 황산을 포함하되 3% 이하의 황산 농도를 갖는 응고액이 담긴 응고조 및 응고튜브를 차례로 거쳐 응고시키는 공정으로 이루어지고, 상기 방사구금 내에서의 전단속도(shear rate:SR) 및 상기 에어 갭에서의 신장인자(stretch factor:SF)가 하기 계산식 8을 만족하는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드의 제조방법을 제공한다.

[48] [계산식 8]

[49] $50,000 \le SR+(20,000 \times SF) \le 1,000,000$

[50] (여기서, 상기 전단속도(SR)(sec^{-1})는 상기 방사구금의 홀을 통과하는 방사도프의 속도(m/분)를 상기 방사구금의 홀의 직경(㎛)으로 나눈 값이고, 상기 신장인자(SF)는 상기 응고튜브에서 방출되는 필라멘트의 속도(m/분)/상기 방사구금의 홀에서 방출되는 방사도프의 속도(m/분)임)

[51] 이때, 상기 응고조에 저장된 응고액의 상단으로부터 상기 응고튜브에 구비된 분사구까지의 거리가 10~35㎜ 범위인 것이 바람직하다.

[52] 한편, 상기 권취하는 단계는, 건조된 멀티필라멘트를 700~1,500m/분으로 권취하는 것이 바람직하다.

[53] 또한, 상기 제조된 아라미드 멀티필라멘트로부터 아라미드 합연사를 제조하는 단계; 상기 아라미드 합연사를 레솔시놀-포름알데히드-라텍스(RFL)를 포함하는 접착제 수지 용액에 침지하는 단계; 상기 침지된 아라미드 합연사를 105~200℃에서 10초 내지 400초간 건조하는 단계; 및 상기 건조된 아라미드 합연사를 105~300℃에서 10초 내지 400초간 열처리하는 단계를 포함하여 아라미드 타이어 코오드를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.

유리한 효과

[54] 본 발명에 의한 아라미드 타이어 코오드는 최적의 모듈러스와 결정화상수 값 및 결정배향상수를 가짐에 따라, 고온에서 우수한 초기모듈러스 변화율과 신장변형율 및 초기모듈러스 유지율을 나타내고 이로 인해 우수한 내피로도를 갖는다. 따라서, 본 발명의 아라미드 타이어 코오드는 타이어의 보강재로 사용될 경우 장시간 고온 및 고압의 상태가 반복되는 고속 주행에서도 물성 저하를 방지하여 우수한 주행성능을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[55] 도 1은 본 발명의 일 실시에에 따른 아라미드 멀티필라멘트를 제조하는 공정을 개략적으로 나타낸 것이다.

[56] 도 2는 본 발명의 일 실시에에 따른 방사장치의 개략도이다.

[57] <도면의 주요부분에 대한 부호 설명>

[58] 1:멀티필라멘트 10:방사구금

[59] 15:방사구금의 홀 17:에어 갭

[60] 20:응고부 21:응고조

[61] 22:응고액 23:응고튜브

[62] 24:분사구

[63] 30:제1 수세조 31:제1 수세롤

[64] 40:제2 수세조 41:제2 수세롤

[65] 50:건조부 51:건조롤

[66] 60:와인더

[67]

발명의 실시를 위한 형태

[68] 이하에서는, 본 발명의 아라미드 타이어 코오드를 제조하는 방법의 일 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[69] 먼저, 본 발명의 아라미드 타이어 코오드를 제조용 아라미드 멀티필라멘트는 다음과 같은 방법으로 제조된 방향족 폴리아미드 중합체를 이용하여 제조할 수 있다.

[70] 방향족 폴리아미드 중합체는 다음과 같이 제조할 수 있다.

[71] 유기용매에 무기염을 첨가하여 중합용매를 제조한다. 상기 유기용매로는 아미드계 유기용매, 우레아계 유기용매, 또는 이들의 혼합 유기용매를 이용할 수 있으며, 그 구체적인 예로는 N-메틸-2-피롤리돈(NMP), N, N‘-디메틸아세트아미드(DMAc), 헥사메틸포스포아미드(HMPA), N, N, N', N'-테트라메틸 우레아(TMU), N, N-디메틸포름아미드(DMF) 또는 이들의 혼합물을 들 수 있다.

[72] 다음, 상기 제조된 중합용매에 방향족 디아민을 용해시켜 혼합용액을 제조한다. 방향족 디아민의 구체적인 예는 파라-페닐렌디아민, 4,4'-디아미노비페닐, 2,6-나프탈렌디아민, 1,5-나프탈렌디아민 또는 4,4'-디아미노벤즈아닐라이드를 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[73] 이어서, 상기 혼합용액을 교반하면서 상기 혼합용액에 방향족 디에시드 할라이드를 소정량 첨가하여 예비중합시킨다. 방향족 디에시드 할라이드의 구체적인 예로는 테레프탈로일 디클로라이드, 4,4'-벤조일 디클로라이드, 2,6-나프탈렌디카복실산 디클로라이드 또는 1,5-나프탈렌디카복실산

디클로라이드를 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[74] 예비중합공정을 완료한 후, 상기 예비 중합체에 방향족 디에시드 할라이드를 추가로 첨가하여 최종 중합체를 제조한다.

[75] 중합공정에 의해 얻어지는 방향족 폴리아미드 중합체의 구체적인 예는, 폴리(파라페닐렌테레프탈-아미드: PPD-T), 폴리(4,4'-벤즈아닐라이드 테레프탈아미드), 폴리(파라페닐렌-4,4'-비페닐렌-디카복실산 아미드) 또는 폴리(파라페닐렌-2,6-나프탈렌디카복실산 아미드)를 들 수 있다.

[76] 이어서, 알칼리 화합물을 이용하여 중합반응 중에 생성된 산을 중화시켜 제거한 후 이를 분쇄하고 중합용매를 추출한다.

[77] 다음, 추출공정 후 잔류하는 물을 탈수하고, 그 후 건조 공정을 거쳐 방향족 폴리아미드 중합체 제조를 완성한다.

[78] 위와 같이 제조된 5.0 이상의 고유점도를 갖는 방향족 폴리아미드 중합체를 97 내지 100%의 농도를 갖는 농황산 용매에 용해시켜 방사도프(spinning dope)를 제조한다. 상기 농황산 대신에 클로로 황산이나 플루오로황산 등도 사용될 수 있다. 한편, 원활한 방사공정을 수행하기 위해, 방사도프는 10~25중량%의 중합체 농도를 갖는 것이 바람직하다.

[79] 다음으로, 위와 같은 방법으로 제조된 방향족 폴리아미드 중합체를 이용하여, 도 1에 나타낸 바와 같이 아라미드 멀티필라멘트를 제조하다.

[80] 5.0 내지 7.0의 고유점도(IV)를 갖는 방향족 폴리아미드 중합체, 예를 들어 폴리파라-페닐렌테레프탈아미드(PPD-T)를 농황산 용매에 용해시킴으로써 제조된 방사 도프(spinning dope)를 방사구금(10)(spinneret)을 이용하여 방사(spinning)한 후, 비응고 유체층인 공기층(air gap)을 거쳐 응고부(20)(coagulation bath) 내에서 응고시킴으로써 멀티필라멘트(multifilament)를 형성한다.

[81] 이어서, 얻어진 멀티필라멘트에 잔존하는 황산을 제거한다. 멀티필라멘트에 잔존하는 황산은 물 또는 물과 알칼리 용액을 포함하는 혼합용액을 포함하는 수세조(30,40)를 통과시켜 제거시킨다.

[82] 이어서, 멀티필라멘트에 잔류하는 수분을 제거하기 위한 건조공정이 건조롤(50)에서 수행되고, 건조가 완료된 멀티필라멘트를 와인더(60)로 감는 공정을 수행하여 최종적으로 아라미드 멀티필라멘트를 제조한다.

[83] 한편, 타이어 코오드에 사용하는 아라미드 멀티필라멘트는 통상적으로 높은 모듈러스와 결정화도를 갖기 때문에 이로부터 제조된 아라미드 타이어 코오드는 일반적으로 고하중과 높은 스트레스의 조건에서 반복적인 인장피로를 받는 경우에는 낮은 내피로성으로 인해 아래와 같은 문제를 가지게 된다.

[84] 이러한, 낮은 내피로도를 갖는 타이어 보강용 아라미드 코오드는 고온 및 고압이 반복되는 고속 주행 중에 물성이 저하되어 주행 성능이 크게 저하된다.

[85] 이에 따라, 본 발명은 우수한 초기모듈러스 변화율, 신장변형율 및 초기모듈러스 유지율을 갖는 아라미드 타이어 코오드를 제조하기 위해서, 최적의 모듈러스와 결정화상수 값 및 결정배향상수를 갖는 아라미드

멀티필라멘트를 제공하고 이에 따라 타이어 코오드의 내피로도를 향상시키는 것을 목적으로 한다.

[86] 이를 달성하기 위한 방법으로, 본 발명은 적절한 방사조건 및 응고조건에서 방사도프를 방사 및 응고시켜 최적의 모듈러스와 결정화상수 값 및 결정배향상수를 갖는 아라미드 멀티필라멘트를 제조하고자 하였다.

[87] 이러한, 방사조건의 경우, 본 발명자는 다수의 실험을 통해서 아라미드 멀티필라멘트의 결정구조는 전단속도 및 신장인자에 의해 큰 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 한편, 응고조건의 경우, 본 발명자는 다수의 실험을 통해서 아라미드 멀티필라멘트의 결정구조는 응고액(22)의 성분조성과 응고부(22)의 구조에 의해 큰 영향을 받는 것을 또한 알 수 있었다.

[88] 먼저, 본 발명은 최적의 방사조건 및 응고조건을 설명하기 위해서 방사장치를 개략적으로 도시한 도 2를 참고하여 설명하기로 한다. 도 2에서 알 수 있듯이, 방사도프를 방사구금의 홀(15)을 통과시킨 후 에어 갭(17), 응고조(21) 및 응고튜브(23)를 차례로 거쳐 응고시킴으로써 멀티필라멘트를 형성한다.

[89] 상기 방사구금(10)은 소정 직경(R)의 다수의 방사구금의 홀(15)을 갖는다. 상기 방사구금의 홀(15) 직경은 0.1㎜ 이하가 바람직한데, 만약 상기 방사구금의 홀(15) 직경이 0.1㎜를 초과할 경우에는 생성되는 필라멘트의 분자 배향성이 나빠짐으로써 결과적으로 필라멘트의 강도가 낮아지는 결과를 야기할 수 있기 때문이다.

[90] 상기 응고조(21)는 상기 방사구금(10)의 하부에 위치하며 그 내부에 응고액이 저장되어 있고, 상기 응고조(21)의 하부에는 응고튜브(23)가 형성되어 있다. 따라서, 상기 방사구금의 홀(15)을 통과한 방사물은 하강하면서 에어 갭(17)과 응고액(22)을 순차적으로 거치면서 응고되어 필라멘트를 형성하며, 이 필라멘트는 상기 응고조(21) 하부의 응고튜브(23)를 통과하면서 배출된다. 필라멘트와 더불어 응고액도 상기 응고튜브를 통해 배출되기 때문에 그 배출액 만큼 응고조(21)에 응고액(22)을 지속적으로 공급하여 주어야 한다. 또한, 상기 응고튜브(23)에는 분사구(24)가 형성되어 응고튜브(23)를 통과하는 필라멘트에 응고액을 분사할 수 있다.

[91] 한편, 본 발명은 최적의 모듈러스, 결정화상수 값 및 결정배향상수를 갖는 아라미드 멀티필라멘트를 제조하기 위해, 방사구금(10) 내에서의 전단속도(Shear Rate: SR) 및 상기 에어 갭에서의 신장인자(Stretch Factor: SF)는 계산식 8을 만족한다.

[92] [계산식 8]

[93] $50{,}000 \le SR+(20{,}000\times SF) \le 1{,}000{,}000$

[94] 상기 계산식 8에서, 상기 전단속도(SR)(sec^{-1})는 상기 방사구금의 홀(15)을 통과하는 방사도프의 속도(m/분)를 상기 방사구금의 홀의 직경(R)(㎛)으로 나눈 값이고, 상기 신장인자(SF)는 상기 응고튜브(23)에서 방출되는 필라멘트의 속도(m/분)를 상기 방사구금의 홀(15)에서 방출되는 방사도프의 속도(m/분)로

나눈 값이다.

[95] 이와 같은 조건을 만족하도록, 상기 방사구금의 홀(15)을 통과하는 방사도프의 속도, 상기 방사구금의 홀의 직경(R), 상기 응고튜브(30)에서 방출되는 필라멘트의 속도, 및 상기 방사구금의 홀(15)에서 방출되는 방사도프의 속도를 적절히 설정할 경우, 얻어지는 아라미드 멀티필라멘트는 400 내지 750 g/d의 모듈러스를 갖게 된다.

[96] 상기 SR+(20,000×SF)의 값이 50,000보다 작게 되면 아라미드 멀티필라멘트의 배향도가 떨어져 모듈러스가 400g/d보다 작게 되고 상기 SR+(20,000×SF)의 값이 1,000,000보다 크게 되면 아라미드 멀티필라멘트의 모듈러스가 750g/d보다 크게 되지만, 결함이 증가되어 후술할 최적의 결정상수 값 및 결정배향상수를 얻을 수 없다. 이와 같이 제조된 아라미드 멀티필라멘트를 이용하여 제조된 타이어 코오드는 낮은 내피로도를 가짐에 따라 고온 및 고압의 상태에서 장시간 고속 주행시 급격한 물성의 저하로 인해 주행 성능을 크게 떨어뜨린다.

[97] 다음으로, 상기 응고조(21)에 저장된 응고액(22)의 상단으로부터 상기 응고튜브(23)에 구비된 분사구(24)까지 보다 정확하게는, 상기 분사구(24)의 상단까지의 거리(L)는 10 내지 35㎜ 범위인 것이 바람직하다. 상기 거리(L)가 10㎜ 미만인 경우는 필라멘트가 충분히 응고되지 않은 상태에서 응고액이 분사될 수 있기 때문에 필라멘트의 결정배향이 손상될 우려가 있고, 상기 거리(L)가 35㎜를 초과할 경우는 필라멘트가 완전히 응고된 상태에서 응고액이 분사될 수 있기 때문에 필라멘트의 표면이 손상될 우려가 있다. 이와 같이, 분사구(24)에서 응고액을 분사하는 공정은 필라멘트가 적절히 응고된 상태에서 이루어져야 하며, 이를 고려할 때 상기 거리(L)를 10 내지 35㎜ 범위로 설정한 것이다.

[98] 상기 응고액(22)의 상단으로부터 상기 응고조(21)의 하단까지의 거리(L_1)는 5 내지 15㎜ 범위인 것이 바람직하다. 상기 거리(L_1)가 5㎜ 미만인 경우는 공기에 의한 와류가 발생하여 방사공정 제어가 어려울 수 있고, 상기 거리(L_1)가 15㎜를 초과할 경우는 응고조(21) 내에서 필라멘트의 응고가 너무 많이 이루어지게 되어 상기 분사구(24)의 형성위치 설정이 어렵게 될 수 있다. 즉, 응고조(21) 내에서 필라멘트의 응고가 많이 이루어질 경우에는, 필라멘트가 완전히 응고되기 전에 응고액이 분사될 수 있도록 분사구(24)의 위치를 응고튜브(23) 상단에 가깝게 설정해야 하는 부담이 있고, 더불어 분사구(24)를 응고튜브(23) 상단에 너무 가깝게 설정하게 되면 필라멘트의 집속이 미흡한 상태에서 분사가 이루어지는 문제가 발생할 수 있다.

[99] 상기 응고조(21)의 하단으로부터 상기 분사구(24)까지 보다 정확하게는, 상기 분사구(24)의 상단까지의 거리(L_2)는 5 내지 20㎜ 범위인 것이 바람직하다. 상기 거리(L_2)가 5㎜ 미만인 경우는 필라멘트의 집속이 미흡한 상태에서 분사가 이루어지기 때문에 필라멘트에 대한 균일한 응고가 이루어지지 않을 수 있고, 상기 거리(L_2)가 20㎜를 초과할 경우는 응고조(21)에 저장된 응고액(22)에 대한

펌핑능력이 떨어질 수 있다. 즉, 분사구(24)에서 응고액을 분사하게 되면 응고조(21)와 응고튜브(23) 사이의 압력차가 발생하여 응고조(21)에 저장된 응고액이 응고튜브(23) 내로 빠르게 이동하도록 펌핑되는데, 분사구(24)를 응고조(21)의 하단으로부터 너무 멀리 떨어진 위치에 형성하게 되면 그와 같은 응고액에 대한 펌핑능력이 떨어지게 되는 것이다.

[100] 다음으로, 본 발명의 응고액은 황산을 포함하되 황산농도가 3% 이하인 수용액을 사용하는 것이 가장 바람직하다. 수용액에서의 황산농도는 결정크기 및 결정화도와 같은 결정구조에 큰 영향을 준다.

[101] 만일, 응고액이 황산을 포함하지 않는 경우, 큰 황산농도 구배로 인해 방사도프로부터 급격히 황산이 빠져나오게 되어 멀티필라멘트의 내층과 외층의 결정구조가 큰 차이를 나타내게 된다. 이는, 외층에서는 황산이 급격히 방출되어 안정된 결정이 형성되지 않아 결정크기가 작고 결정화도도 떨어지게 된다. 반면, 내층에서는 황산이 서서히 방출되어 결정크기가 크고 결정화도도 높아지게 된다. 이러한, 내층 및 외층간의 큰 물성 차이를 갖는 멀티필라멘트는 너무 낮은 모듈러스와 절단강도 등을 가지게 되어 이를 타이어 코오드에 이용할 경우 고온에서 고속 주행시 물성 저하가 급격히 일어나기 때문에 주행 안정에 큰 문제를 일으키게 된다.

[102] 한편, 응고액이 황산농도가 3%를 초과하는 경우, 낮은 황산농도 구배로 인해 방사도프로부터 천천히 황산이 빠져나오게 되어 멀티필라멘트의 내층과 외층의 구조가 큰 차이를 나타내지 않게 된다. 이에 따라, 형성된 멀티필라멘트는 큰 결정크기와 높은 결정화도를 가지게 되어, 과도하게 높은 모듈러스 등을 가지게 된다. 그러나, 높은 모듈러스를 갖는 아라미드 멀티필라멘트를 이용하여 제조된 타이어 코오드는 좋지 않은 초기모듈러스 변화율, 신장변형율 및 초기모듈러스 유지율을 가지기 때문에 낮은 내피로도를 가지게 되어 고온 및 고압의 상태에서 장시간 고속주행시 급격히 물성이 저하되어 주행 성능을 크게 떨어뜨리게 된다. 또한, 심한 경우에는 주행 중 타이어가 파열될 위험성이 높아지게 된다.

[103] 따라서, 본 발명은 최적의 모듈러스 및 결정구조를 갖는 아라미드 멀티필라멘트를 제조하기 위해, 방사된 방사물을 응고시키기 위해 황산을 포함하되 황산농도가 3% 이하인 응고액을 사용하는 것이 바람직하다.

[104] 또한, 본 발명의 최적의 결정화상수 값 및 결정배향상수를 갖는 아라미드 멀티필라멘트를 제조하기 위해서는 적절한 권취속도가 필요하다는 것을 알 수 있었다. 권취속도는 아라미드 멀티필라멘트의 결정배향에 큰 영향을 미치게 되는데, 권취속도가 높아지면 전단응력(shear stress)이 점차 커지게 되어 배향결정이 증가하고 이에 따라 모듈러스가 증가한다.

[105] 그러나, 권취속도가 지나치게 높으면 전단응력(shear stress)이 과도하게 형성되어 불균일한 결정들이 다수 생성되어 오히려 절단강도가 떨어지게 된다. 이렇게 제조된 아라미드 멀티필라멘트는 낮은 절단강도 및 높은 모듈러스를 가지게 되고 이를 이용하여 제조된 타이어 코오드는 낮은 내피로도를 가짐에

따라 고온 및 고압의 상태에서 장시간 고속 주행시 급격한 물성의 저하로 인해 주행 성능을 크게 떨어뜨린다.

[106] 한편, 권취속도가 과도하게 낮아지면 전단응력이 지나치게 작아져 높은 배향결정을 얻을 수 없고, 생산성이 떨어진다. 또한, 낮은 배향결정으로 인해 작은 모듈러스를 가짐에 따라 이를 타이어 코오드의 보강재로 사용할 경우 고온 및 고압의 상태에서 고속 주행시 형태안정성이 저하되어 주행 성능이 떨어진다.

[107] 따라서, 본 발명은 700~1,500m/분의 권취속도에서 아라미드 멀티필라멘트를 제조하는 것이 바람직하다. 만일 700 m/분 미만에서 권취하는 경우에는, 생산성을 떨어뜨리고 낮은 모듈러스로 인해 내구성 및 형태안정성을 저하시킨다. 반면, 1,500m/분을 초과해서 권취하는 경우에는, 배향결정을 증가시켜 높은 모듈러스와 낮은 절단강도를 형성시킴에 따라 낮은 내피로도 및 내구성으로 인해 고속 주행시 물성을 저하시켜 주행 성능을 떨어뜨린다.

[108] 본 발명에 따라 제조된 아라미드 멀티필라멘트는 하기 계산식 6으로 정의되는 0.9~1.0의 결정화상수 값을 갖는다.

[109] [계산식 6]

[110] 결정화상수 값=C×D

[111] (상기 식에서, C는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도이고, D는 아라미드 멀티필라멘트의 밀도(g/㎤)이다)

[112] 만일, 아라미드 멀티필라멘트의 결정화상수 값이 1.0을 초과할 경우에는 높은 결정화도로 인해서 큰 모듈러스를 가짐에 따라, 이로부터 제조된 아라미드 타이어 코오드는 낮은 내피로도를 가짐에 따라 주행 성능을 저하시키고 타이어 성형성을 떨어뜨린다. 반면, 아라미드 멀티필라멘트의 결정화상수 값이 0.9 미만인 경우에는 낮은 결정화도로 인해서 충분한 절단강도 및 모듈러스를 갖지 못하여, 이로부터 제조된 아라미드 타이어 코오드는 높은 초기모듈러스 변화율과 낮은 강도유지율로 인해서 좋지 않은 내구성 및 형태안정성을 갖는다.

[113] 또한, 본 발명에 따라 제조된 아라미드 멀티필라멘트는, 하기 계산식 7로 정의되고 0.5~0.7의 결정배향상수를 갖는다.

[114] [계산식 7]

[115] 결정배향상수=Xc×Fc

[116] (상기 식에서 Xc는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도 값이고, Fc는 아라미드 멀티필라멘트의 배향도 값이다)

[117] 만일, 아라미드 멀티필라멘트의 결정배향상수가 0.7을 초과할 경우에는 높은 결정배향화로 인해서 과도한 모듈러스를 가짐에 따라, 이로부터 제조된 아라미드 타이어 코오드는 낮은 내피로도를 갖고 이로 인해 주행 성능을 떨어뜨린다. 또한 타이어 성형성을 떨어뜨린다. 반면, 아라미드 멀티필라멘트의 결정배향상수가 0.5 미만인 경우에는 낮은 결정배향화로 인해서 충분한 모듈러스와 절단강도를 갖지 못함에 따라, 이로부터 제조된 아라미드 타이어 코오드는 고온 및 고습도 상태에서 초기모듈러스 변화율과 강도유지율이

떨어져 고속 주행시 좋지 않은 형태안정성과 내구성을 갖는다.

[118] 또한, 본 발명에 따라 제조된 아라미드 멀티필라멘트는 400~750g/d의 모듈러스를 갖는다. 만일, 아라미드 멀티필라멘트의 모듈러스가 750g/d를 초과할 경우에는 과도한 모듈러스를 가짐에 따라, 이로부터 제조된 아라미드 타이어 코오드는 낮은 내피로도로 인하여 주행 성능이 떨어지고, 타이어 성형성을 저하시킨다. 반면, 아라미드 멀티필라멘트의 모듈러스가 400g/d 미만인 경우에는 낮은 모듈러스로 인해서 충분한 외력에 대한 저항성이 떨어짐에 따라, 이로부터 제조된 아라미드 타이어 코오드는 고속 주행에 대한 지지능력이 부족하여 주행 성능을 떨어뜨린다.

[119] 다음으로, 아라미드 타이어 코오드를 제조하는 공정을 설명한다.

[120] 먼저, 절단강도 향상과 고무와의 접착력을 증가시키기 위해 아라미드 멀티필라멘트를 하연 및 상연하여 합연사를 제조한다.

[121] 아라미드 멀티필라멘트를 연사기를 이용하여 하연을 가한 후에 이를 합하여 상연을 가하여 합연사를 제조한다. 한편, 본 발명은 하연과 상연의 연수는 각각 20~60회/10㎝인 것이 바람직하다. 상기 연수가 20회/10㎝ 미만이면 합연사의 강력은 높지만 절단 신도가 낮아 타이어 코오드의 내피로도를 저하시킨다. 또한, 합연사의 표면적이 작아져 고무와의 접착력을 떨어뜨린다. 반면, 상기 연수가 60회/10㎝를 초과하는 경우에는 타이어 코오드의 강도가 과도하게 저하된다.

[122] 이와 같이 제조된 합연사를 레솔시놀-포름알데히드-라텍스(RFL)를 포함하는 접착제 수지 용액에 침지시킨다. 이때 1욕 디핑 또는 2욕 디핑을 사용할 수 있다.

[123] 한편, 본 발명은 상기 합연사를 바로 접착제 수지 처리를 하기 전에, 합연사를 이용하여 제직하고 제직된 코오드지를 접착제 수지 처리할 수 있다.

[124] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 접착제 수지의 픽업율이 합연사를 기준으로 3 내지 12중량%가 되도록 합연사를 침지시킨다. 픽업률이 3 중량% 미만일 경우에는 아라미드 타이어 코오드의 고무와의 접착력이 저하되고, 픽업률이 12 중량%를 초과하는 경우에는 접착제 수지가 합연사 내부로 과도하게 침투되어 절단강도 및 내피로도를 저하시킨다.

[125] 침지에 의해 접착제 수지 용액을 함유하게 된 합연사를 105 내지 200℃에서 10 내지 400초 동안 건조한 후 105 내지 300℃에서 10 내지 400초 동안 열처리시켜서 아라미드 타이어 코오드를 완성한다. 건조공정은 합연사 내에 존재하는 수분을 제거하기 위한 것이고, 열처리 공정은 합연사 내에 함유된 접착제 수지 용액을 반응시킴으로써 아라미드 타이어 코오드와 고무와의 접착력을 향상시키기 위한 것이다.

[126] 한편, 건조 및 열처리 시간이 각각 위 범위보다 짧거나, 건조 및 열처리 온도가 각각 위 범위보다 낮을 경우에는 아라미드 타이어 코오드와 고무와의 접착력이 낮아진다.

[127] 반대로, 건조 및 열처리 시간이 각각 위 범위보다 길거나, 건조 및 열처리 온도가 각각 위 범위보다 높을 경우에는 아라미드 타이어 코오드와 고무와의

접착력이 낮아질 뿐만 아니라 절단강도, 내피로도 등의 물성이 저하된다.

[128] 이와 같이 제조된, 아라미드 타이어 코오드는 하기 계산식 1로 정의되고 120℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 5% 이하의 초기모듈러스 변화율을 갖는다.

[129] [계산식 1]

[130] 초기모듈러스 변화율(%)=[(M1-M2)/M1×100

[131] (상기 식에서 M1은 인장반복 실험 전의 초기모듈러스(g/d) 값이고, M2는 인장반복 실험 후의 초기모듈러스(g/d) 값이다).

[132] 한편, 아라미드 타이어 코오드는 상기 계산식 1로 정의되고 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후의 초기모듈러스 변화율이 5% 이하인 것을 특징으로 한다.

[133] 만일, 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스 변화율이 5%를 초과하면 고속 주행시 반복적인 인장조건 하에서 형태안정성을 떨어뜨려 주행 성능을 저하시킨다.

[134] 또한, 이와 같이 제조된 아라미드 타이어 코오드는 하기 계산식 2로 정의되고 120℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 95% 이상의 강도유지율을 갖는 것을 특징으로 한다.

[135] [계산식 2]

[136] 강도유지율(%)=(S2/S1)×100

[137] (상기 식에서, S1은 인장반복 실험 전의 강도(g/d) 값이고, S2는 인장반복 실험 후의 강도(g/d) 값이다)

[138] 한편, 아라미드 타이어 코오드는 상기 계산식 2로 정의되고 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 90% 이상의 강도유지율을 갖는 것을 특징으로 한다.

[139] 만일, 아라미드 타이어 코오드의 강도유지율이 상기 범위를 만족하지 못하면, 주행시 물성저하에 따라 타이어를 지지하는 능력이 감소되어 주행 성능이 저하되고 심할 경우 타이어가 파열하게 된다.

[140] 또한, 이와 같이 제조된 아라미드 타이어 코오드는 하기 계산식 3으로 정의되고 30℃에서 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후 0.01~0.3%의 신장변형율을 갖는 것을 특징으로 한다.

[141] [계산식 3]

[142] 신장변형율(%)=[(L1-L0)/L0]×100

[143] (상기 식에서, L0는 하중을 가하기 전의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값이고, L1은 30℃ 또는 120℃에서 아라미드 타이어 코오드의 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값을 나타낸다)

[144] 한편, 아라미드 타이어 코오드는, 상기 계산식 3으로 정의되고 120℃에서 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후 0.3~1.0%의

신장변형율을 갖는 것을 특징으로 한다.

[145] 고속 주행 중 타이어는 고온의 상태로 되고 이에 따라 타이어 코드의 형태는 변형된다. 이어서 주행이 정지되면, 타이어의 온도가 하강하고 지면과 접하는 타이어의 부분은 자동차의 하중을 지속적으로 받기 때문에 변형된 형태를 유지하는 반면 타이어의 나머지 부분은 하중을 받지 않게 되어 원래의 형태로 회복된다. 이에 따라 고온에서 아라미드 타이어 코오드의 신장변형율이 높을 경우 차량의 승차감이 현저히 떨어지는 문제점이 발생한다.

[146] 만일, 아라미드 타이어 코오드의 신장변형율이 위 범위를 벗어나는 경우, 아라미드 타이어 코오드는 반복적인 인장조건에서 큰 변형이 일어나고, 이로 인해 타이어를 지지하는 능력을 감소시켜 내구성과 형태 안정성을 떨어뜨려 주행중 승차감을 현저히 저하시킨다.

[147] 또한, 아라미드 타이어 코오드는 하기 계산식 4로 정의되고 95% 이상의 초기모듈러스 유지율을 갖는 것을 특징으로 한다.

[148] [계산식 4]

[149] 초기모듈러스 유지율(%)=(M'2/M'1)×100

[150] (상기 식에서, M'1은 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스(g/d) 값이고, M'2는 80℃, 80RH% 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스(g/d) 값이다)

[151] 한편, 아라미드 타이어 코오드는 하기 계산식 5로 정의되고 95% 이상의 강력 유지율을 갖는 것을 특징으로 한다.

[152] [계산식 5]

[153] 강력 유지율(%)=(S'2/S'1)×100

[154] (상기 식에서 S'1은 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 강력(g) 값이고, S'2는 80℃, 80RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 강력(g) 값이다)

[155] 만일, 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스 변화율과 강도유지율이 상기 범위를 벗어나는 경우에는 고속 주행시 형태안정성과 내구성을 저하시켜 주행 성능을 떨어뜨린다.

[156] 또한, 이와 같이 제조된 아라미드 타이어 코오드는 6.75㎏의 하중하에서 0.3~1.5%의 중간신도를 갖는 것을 특징으로 한다.

[157] 만일, 중간신도가 1.5%를 초과하는 경우에는 주행과 정지가 반복적으로 일어나는 주행 공정에서 코오드의 변형이 크게 발생되어 고속 주행시 형태안정성을 감소시켜 승차감을 현저히 떨어뜨린다. 반면, 중간신도가 0.3% 미만일 경우에는 타이어 성형성을 크게 떨어뜨린다.

[158] 또한, 이와 같이 제조된 아라미드 타이어 코오드는 0.3~-1.0%의 건열수축율을 갖는 것을 특징으로 한다.

[159] 만일, 건열수축율이 상기 범위를 벗어나는 경우에는 고속 주행시 타이어 내부의 온도의 증가로 인해 크게 코오드의 수축이 발생함으로써 코오드의

형태안정성이 떨어뜨려 타이어 성능을 저하시킨다.

[160] 또한, 이와 제조된 아라미드 타이어 코오드는 10~23g/d의 딥 강도(Strength)와 3~10%의 절단신도 및 10㎏ 이상의 접착력을 갖는다.

[161] 이하, 실시예들 및 비교예들을 통해 본 발명을 구체적으로 설명한다. 다만, 하기의 실시예들은 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐으로 이것에 의해 본 발명의 권리범위가 제한되어서는 안 된다.

[162] 먼저, 하기의 방법에 따라 아라미드 멀티 필라멘트를 제조하였다.

[163] <u>실시예 1</u>

[164] 1,000㎏의 N-메틸-2-피롤리돈을 80℃로 유지시키고 여기에 염화칼슘 80㎏과 48.67kg의 파라-페닐렌디아민을 녹여서 방향족 디아민 용액을 제조하였다.

[165] 상기의 방향족 디아민 용액을 중합용 반응기 내로 투입함과 동시에 파라-페닐렌디아민 동몰량의 용융 테레프탈로일 클로라이드를 중합용 반응기 내로 동시에 투입한 후 이들을 교반하여 고유점도가 6.8인 폴리(파라-페닐렌테레프탈아미드) 중합체(아라미드 중합체)를 제조하였다.

[166] 다음으로, 제조된 상기의 아라미드 중합체를 99% 농황산에 용해시켜 중합체 함량이 18중량%인 광학적 비등방성 방사원액을 제조하였다.

[167] 다음으로, 상기와 같이 제조된 방사원액을 도 2에 도시된 바와 같이 방사 구금을 통해 1,000m/분의 방사 권취속도로 방사한 후, 방사된 방사물을 7 ㎜의 에어 갭(비응고성 유체층)을 통과시킨 후, 계속해서 황산농도가 2.5%인 황산수용액을 포함하는 응고액이 담겨져 있는 응고부(20) 내로 통과시켜 멀티필라멘트를 형성하였다. 이때, 방사구금 내에서의 전단속도(SR)는 10,000이고 에어 갭에서의 신장인자(SF)는 2이며, 이에 따라 SR+(20,000×SF)의 값은 50,000이었다.

[168] 한편, 상기 응고부(20)의 응고조(21)에 저장된 응고액(22)의 상단으로부터 상기 응고튜브(23)에 구비된 분사구(24)까지의 거리(L)는 20㎜, 상기 응고액(22)의 상단으로부터 상기 응고조(21)의 하단까지의 거리(L_1)는 10㎜, 상기 응고조(21)의 하단으로부터 상기 분사구(24)까지의 거리(L_2)는 10㎜로 설정하였다.

[169] 다음으로, 상기와 같이 형성된 멀티필라멘트를 도 1에 도시되 바와 같이 수세 및 건조한 후 550℃에서 0.3초간 열처리하는 공정을 5회 반복하여 1500데니어/1000필라멘트의 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[170] <u>실시예 2 내지 5</u>

[171] 응고조(21)의 응고액에 포함된 황산 수용액의 농도가 각각 0.5%, 1.0%, 1.5%, 및 2.0%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[172] <u>비교예 1 내지 2</u>

[173] 응고조(21)의 응고액에 포함된 황산 수용액의 농도가 각각 0% 및 3.5%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[174] 실시예 6 내지 8

[175] 권취속도를 각각 800m/분, 1200m/분 및 1400m/분으로 설정한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[176] 비교예 3 내지 4

[177] 권취속도를 각각 600m/분 및 1600m/분으로 설정한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[178] 비교예 5

[179] 방사된 방사물을 에어 갭(비응고성 유체층)을 통과 시키지 않고 바로 응고부(20)에서 응고시키는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[180] 실시예 9 내지 11

[181] 전단 속도(SR) 및 신장인자(SF)를 하기 표 1과 같은 조건으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[182] 비교예 6 내지 7

[183] 전단 속도(SR) 및 신장인자(SF)를 하기 표 1과 같은 조건으로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 아라미드 멀티필라멘트를 제조하였다.

[184] 표 1

구분	전단속도(SR)	신장인자(SF)	값(SR+ 20,000SF)
실시예 9	500,000	25	1,000,000
실시예 10	100,000	5	200,000
실시예 11	200,000	10	400,000
비교예 6	10,000	1.5	40,000
비교예 7	410,000	30	1,100,000

[185]

[186] 상기 실시예 1 내지 11 및 비교예 1 내지 7에 의해 제조된 각 아라미드 멀티필라멘트의 물성은 하기 방법에 의해 측정하고 이들 결과를 표 2에 나타내었다.

[187] 모듈러스(g/d)

[188] 상기의 강도 측정 조건으로 샘플사의 응력-변형 곡선을 구한 다음, 상기 응력-변형율 곡선상의 기울기로부터 계산한다.

[189] 결정화상수 값

[190] 결정화상수 값=C×D

[191] (상기 식에서, C는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도이고, D는 아라미드

멀티필라멘트의 밀도(g/㎤)이다. 한편, 결정화도는 [(D-Da)/(Dc-Da)] 식으로부터 구하였다. 단, D는 밀도구배관을 이용하여 측정한 밀도(g/㎤) 값이고, Da는 비결정영역의 밀도 값이며, Dc는 결정영역의 밀도 값이다.)

[192] 결정배향상수

[193] 결정배향상수=Xc×Fc

[194] (상기 식에서 Xc는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도 값이고, Fc는 아라미드 멀티필라멘트의 배향도 값이다. 상기 배향도 값은 X-선 기기를 이용하여 [f(010)+f(100)]/2 식으로부터 구한다. 단, f(010) 및 f(100)는 (010) 및 (100)의 결정면에서 광각 회절 패턴의 1/2 높이에서의 폭으로부터 구한 배향계수를 평균하여 구한다)

[195] 표 2

구분	황산농도(%)	권취속도(m/분)	에어갭통과여부	모듈러스 (g/d)	결정화 상수값	결정배향 상수
실시예 1	2.5	1000	통과	650	0.97	0.66
실시예 2	0.5	1000	통과	420	0.91	0.52
실시예 3	1.0	1000	통과	480	0.94	0.55
실시예 4	1.5	1000	통과	530	0.95	0.61
실시예 5	2.0	1000	통과	610	0.97	0.65
비교예 1	0	1000	통과	310	0.74	0.44
비교예 2	3.5	1000	통과	830	1.43	0.82
실시예 6	2.5	800	통과	560	0.95	0.62
실시예 7	2.5	1200	통과	690	0.98	0.67
실시예 8	2.5	1400	통과	730	0.99	0.69
비교예 3	2.5	600	통과	350	0.85	0.46
비교예 4	2.5	1600	통과	930	1.43	0.82
비교예 5	2.5	1000	미통과	320	0.84	0.47
실시예 9	2.5	1000	통과	720	0.98	0.67
실시예 10	2.5	1000	통과	610	0.97	0.66
실시예 11	2.5	1000	통과	660	0.97	0.67
비교예 6	2.5	1000	통과	310	0.83	0.45
비교예 7	2.5	1000	통과	870	1.43	0.82

[196]

[197] 다음으로, 상기의 방법에 따라 각각 제조된 아라미드 멀티 필라멘트를 이용하여 하기의 방법에 의해 아라미드 타이어 코오드를 제조한다.

[198] 실시예 12

[199] 실시예 1에 의해 제조된 아라미드 멀티필라멘트를 연사 장치(Cable & Cord 3 type twister, Allma Co.)를 이용하여 30회/10㎝의 꼬임수로 하연(Z연)하고, 하연된 2가닥을 합사하여 30회/10㎝의 꼬임수로 상연(S연)하여 합연사를 제조한 후 이를 제직하여 코오드 생지를 제조하였다.

[200] 상기 코오드 생지를 레소시놀 2.0 중량%, 포르말린(37%) 3.2 중량%,

수산화나트륨(10%) 1.1 중량%, 스티렌/부타디엔/비닐피리딘(15/70/15) 고무(41%) 43.9 중량%, 및 물을 포함하는 접착제 수지 용액에 침지하고 아라미드 합연사를 기준으로 픽업율이 5중량%가 되도록 조절한 후, 150℃에서 60초간 건조한 다음 250℃에서 120초간 열처리하여 아라미드 타이어 코오드를 제조하였다.

[201] <u>실시예 13 내지 22</u>

[202] 실시예 2 내지 11의 방법에 의해 제조된 각 아라미드 멀티필라멘트를 이용하는 것을 제외하고는 실시예 12와 동일한 방법에 의해 아라미드 타이어 코오드를 제조하였다.

[203] <u>비교예 8 내지 14</u>

[204] 비교예 1 내지 7의 방법에 의해 제조된 각 아라미드 멀티필라멘트를 이용하는 것을 제외하고는 실시예 12와 동일한 방법에 의해 아라미드 타이어 코오드를 제조하였다.

[205]

[206] 상기 실시예 12 내지 22 및 비교예 8 내지 14에 의해 제조된 각 아라미드 타이어 코오드의 물성은 아래의 방법에 의해 측정하고 이들 결과를 표 3에 나타내었다.

[207] <u>초기모듈러스 변화율(%)</u>

[208] ASTM D-885 시험방법에 따라 인스트론(Instron Engineering Corp, Canton, Mass)에서 길이가 25㎝인 아라미드 타이어 코오드 샘플을 사용하여 측정한다.

[209] 먼저, 샘플을 120℃ 또는 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복을 수행하여 응력-변형률 곡선을 구하고, 상기 응력-변형률 곡선 중 샘플에 3~4g/d의 하중이 가해지는 범위에서의 응력-변형률 곡선의 기울기 값을 구하여 이를 인장반복 실험 후의 초기모듈러스(M2)로 한다.

[210] 다음으로, 다른 샘플을 25℃에서 파단될 때까지 하중을 가하여 응력-변형률 곡선을 구한 다음, 상기 응력-변형률 곡선 중 샘플에 3~4g/d의 하중이 가해지는 범위에서의 응력-변형률 곡선의 기울기 값을 구하여 이를 인장반복 실험 전의 초기모듈러스(M1)로 한다.

[211] 이와 같이 구한 M1과 M2를 하기 계산식 1에 대입하여 120℃ 또는 150℃에서의 각 초기모듈러스 변화율을 측정하였다.

[212] [계산식 1]

[213] 초기모듈러스 변화율(%)=[(M1-M2)/M1]×100

[214]

[215] <u>강도유지율(%)</u>

[216] ASTM D-885 시험방법에 따라 인스트론(Instron Engineering Corp, Canton, Mass)에서 길이가 25㎝인 아라미드 타이어 코오드 샘플을 사용하여 측정한다.

[217] 먼저, 샘플을 120℃ 또는 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복을 수행한 후, 상기 샘플을 다시 판단될 때까지 인장시켜 파단시점의 강도(g/d)을 측정하여 이를 인장반복실험 후의 강력(S2)이라 한다.

[218] 다음으로, 다른 샘플을 25℃에서 파단될 때까지 인장시켜 파단시점의 강도(g/d)을 측정하여 이를 인장반복실험 전의 강도(S1)라 한다.

[219] 이와 같이 구한 S1과 S2를 하기 계산식 2에 대입하여 120℃ 또는 150℃에서의 각 강도유지율을 측정하였다.

[220] [계산식 2]

[221] 강도유지율(%)=(S2/S1)×100

[222]

[223] <u>신장변형율(%)</u>

[224] 아라미드 타이어 코오드를 30℃ 또는 120℃에서 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후, 하기 계산식 3으로부터 30℃ 또는 120℃에서의 신장변형율을 측정하였다.

[225] [계산식 3]

[226] 신장변형율(%)=[(L1-L0)/L0]×100

[227] (상기 식에서, L0는 하중을 가하기 전의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값이고, L1은 30℃ 또는 120℃에서 아라미드 타이어 코오드의 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값을 나타낸다).

[228]

[229] <u>초기모듈러스 유지율(%)</u>

[230] ASTM D-885 시험방법에 따라 인스트론(Instron Engineering Corp, Canton, Mass) 기기에서 길이가 25㎝인 아라미드 타이어 코오드 샘플을 사용하여 측정한다.

[231] 먼저, 샘플을 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 인스트론 기기를 이용하여 응력-변형률 곡선을 구한 다음, 상기 응력-변형률 곡선 중 3~4g/d의 하중이 가해지는 범위에서의 응력-변형률 곡선의 기울기 값을 구하여 이를 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 초기모듈러스(M'1)라 한다.

[232] 다음으로, 다른 샘플을 80℃, 80RH%에서 100시간 방치 후 인스트론 기기를 이용하여 응력-변형률 곡선을 구한 다음, 상기 응력-변형률 곡선 중 3~4g/d의 하중이 가해지는 범위에서의 응력-변형률 곡선의 기울기 값을 구하여 이를 80℃, 80RH%에서 100시간 방치 후 측정한 초기모듈러스(M'2)라 한다.

[233] 이와 같이 구한 M'2와 M'1을 하기 계산식 4에 대입하여 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스 유지율을 측정하였다.

[234] [계산식 4]

[235] 초기모듈러스 유지율(%)=(M'2/M'1)×100

[236]

[237] <u>강력 유지율(%)</u>

[238] ASTM D-885 시험방법에 따라 인스트론(Instron Engineering Corp, Canton, Mass) 기기에서 길이가 25㎝인 아라미드 타이어 코오드 샘플을 사용하여 측정한다.

[239] 먼저, 샘플을 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 인스트론 기기를 이용하여

강력(g)을 구한 다음, 이를 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 강력(S'1)이라 한다.

[240] 다음으로, 샘플을 80℃, 80RH%에서 100시간 방치 후 인스트론 기기를 이용하여 강력(g)을 구한 다음, 이를 80℃, 80RH%에서 100시간 방치 후 측정한 강력(S'2)이라 한다.

[241] 이와 같이 구한 S'2와 S'1을 하기 계산식 5에 대입하여 아라미드 타이어 코오드의 강력 유지율을 측정하였다.

[242] [계산식 5]

[243] 강력 유지율(%)=(S'2/S'1)×100

[244]

[245] <u>중간신도(%)</u>

[246] ASTM D-885 시험방법에 따라, 인스트론 시험기(Instron Engineering Corp, Canton, Mass)에서 측정한 신장 하중 그래프에서 하중 6.75㎏ 지점에서의 신장길이 변화율을 구한 다음, 이를 중간신도로 하였다.

[247]

[248] <u>건열수축율(%)</u>

[249] ASTM D 4974-04 시험방법에 따라 수축거동 시험기(TestRite사 제조)를 이용하여 0.01 g/d의 일정 하중 하에서 측정한 길이(L2)와 180℃에서 2분간 0.01 g/d의 하중에서 처리한 후의 길이(L3)의 비를 이용하여 측정하였다.

[250] 건열수축율(%)=[(L2-L3)/L2]×100

[251] 표 3

구분	초기모듈러스변화율(%)		강도유지율(%)		신장변형율(%)		초기모듈러스유지율(%)	강력유지율(%)	중간신도(%)	건열수축율(%)
	120도	150도	120도	150도	30도	120도				
실시예12	3	4	96	93	0.2	0.5	98	99	0.8	0
실시예13	2	3	99	98	0.1	0.8	96	97	1.3	0
실시예14	2	3	98	96	0.1	0.8	97	98	1.0	0
실시예15	3	3	96	94	0.1	0.7	99	99	0.8	0
실시예16	3	4	96	93	0.2	0.5	98	97	0.5	0
실시예17	3	3	96	94	0.1	0.7	99	99	0.8	0
실시예18	4	4	96	93	0.1	0.7	96	96	0.6	0
실시예19	4	4	96	94	0.2	0.7	96	96	0.4	0
실시예20	4	4	96	93	0.1	0.7	96	96	0.6	0
실시예21	3	4	96	93	0.2	0.5	98	97	0.5	0
실시예22	2	2	98	97	0.1	0.4	99	97	0.8	0
비교예8	6	8	91	88	0.6	1.3	91	92	1.9	0.5
비교예9	8	9	89	84	0.7	1.5	87	87	0.1	0.4
비교예10	7	9	87	84	0.7	1.6	87	86	2.0	0.6
비교예11	12	14	88	87	0.6	1.5	90	88	0.1	0.4
비교예12	13	14	85	81	0.9	1.7	83	81	1.7	0.5
비교예13	13	14	85	81	0.9	1.7	83	81	1.7	0.7
비교예14	12	14	88	87	0.6	1.5	90	88	0.1	5.1

[252]

청구범위

[1] 아라미드 멀티필라멘트를 포함하되,
하기 계산식 1로 정의되고 120℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후의 초기모듈러스 변화율이 5% 이하인 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.
[계산식 1]
초기모듈러스 변화율(%)=[(M1-M2)/M1×100
(상기 식에서 M1은 인장반복 실험 전의 초기모듈러스(g/d) 값이고, M2는 인장반복 실험 후의 초기모듈러스(g/d) 값이다)

[2] 제1항에 있어서,
아라미드 타이어 코오드는, 상기 계산식 1로 정의되고 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 5% 이하의 초기모듈러스 변화율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[3] 제1항에 있어서,
아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 2로 정의되고 120℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 95% 이상의 강도유지율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.
[계산식 2]
강도유지율(%)=(S2/S1)×100
(상기 식에서, S1은 인장반복 실험 전의 강도(g/d) 값이고, S2는 인장반복 실험 후의 강도(g/d) 값이다)

[4] 제1항에 있어서,
아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 2로 정의되고 150℃에서 절단강도의 10%에 해당하는 하중으로 10회 인장반복 실험 후 90% 이상의 강도유지율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.
[계산식 2]
강도유지율(%)=(S2/S1)×100
(상기 식에서, S1은 인장반복실험 전의 강도(g/d) 값이고, S2는 인장반복실험 후의 강도(g/d) 값이다)

[5] 제1항에 있어서,
아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 3으로 정의되고 30℃에서 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후 0.01~0.3%의 신장변형율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.
[계산식 3]
신장변형율(%)=[(L1-L0)/L0]×100
(상기 식에서, L0는 하중을 가하기 전의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값이고, L1은 30℃에서 아라미드 타이어 코오드의 절단강도의 20%에

해당하는 하중하에서 100시간 방치 후의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값을 나타낸다)

[6] 제1항에 있어서,

아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 3으로 정의되고 120℃에서 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후 0.3~1.0%의 신장변형율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[계산식 3]

신장변형율(%)=[(L1-L0)/L0]×100

(상기 식에서, L0는 하중을 가하기 전의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값이고, L1은 30℃에서 아라미드 타이어 코오드의 절단강도의 20%에 해당하는 하중하에서 100시간 방치 후의 아라미드 타이어 코오드의 길이 값을 나타낸다)

[7] 제1항에 있어서,

아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 4로 정의되고 95% 이상의 초기모듈러스 유지율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[계산식 4]

초기모듈러스 유지율(%)=(M'2/M'1)×100

(상기 식에서, M'1은 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스(g/d) 값이고, M'2는 80℃, 80RH% 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 초기모듈러스(g/d) 값이다)

[8] 제1항에 있어서,

아라미드 타이어 코오드는, 하기 계산식 5로 정의되고 95% 이상의 강력 유지율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[계산식 5]

강력 유지율(%)=(S'2/S'1)×100

(상기 식에서 S'1은 25℃, 65RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 강력(g) 값이고, S'2는 80℃, 80RH%에서 100시간 방치 후 측정한 아라미드 타이어 코오드의 강력(g) 값이다)

[9] 제1항에 있어서,

아라미드 멀티필라멘트는, 하기 계산식 6으로 정의되고 0.9~1.0의 결정화상수 값을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[계산식 6]

결정화상수 값=C×D

(상기 식에서, C는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도이고, D는 아라미드 멀티필라멘트의 밀도(g/㎤)이다)

[10] 제1항에 있어서,

아라미드 멀티필라멘트는, 하기 계산식 7로 정의되고 0.5~0.7의 결정배향상수를 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[계산식 7]
결정배향상수=Xc×Fc
(상기 식에서 Xc는 아라미드 멀티필라멘트의 결정화도 값이고, Fc는 아라미드 멀티필라멘트의 배향도 값이다)

[11] 제1항에 있어서,
아라미드 멀티필라멘트는, 400~750g/d의 모듈러스를 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[12] 제1항에 있어서,
아라미드 멀티필라멘트는, 폴리(파라-페닐렌테레프탈아미드)를 포함하는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[13] 제1항에 있어서,
아라미드 타이어 코오드는, 6.75㎏의 하중하에서 0.3~1.5%의 중간신도를 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[14] 제1항에 있어서,
아라미드 타이어 코오드는, 0.3~-1.0%의 건열수축율을 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드.

[15] 방향족 폴리아미드 중합체를 포함하는 방사도프를 방사하는 단계;
상기 방사된 방사물을 응고시켜 멀티필라멘트를 형성하는 단계;
상기 멀티필라멘트를 수세하는 단계; 및
상기 수세된 멀티필라멘트를 건조한 후 권취하는 단계를 포함하되,
상기 방사도프를 응고하는 단계는 상기 방사도프를 방사구금의 홀을 통과시킨 후, 에어 갭, 황산을 포함하되 3% 이하의 황산 농도를 갖는 응고액이 담긴 응고조 및 응고튜브를 차례로 거쳐 응고시키는 공정으로 이루어지고, 상기 방사구금 내에서의 전단속도(shear rate:SR) 및 상기 에어 갭에서의 신장인자(stretch factor:SF)가 하기 계산식 8을 만족하는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드의 제조방법.
[계산식 8]
$50{,}000 \le SR+(20{,}000 \times SF) \le 1{,}000{,}000$
(여기서, 상기 전단속도(sec^{-1})는 상기 방사구금의 홀을 통과하는 방사도프의 속도(m/분)를 상기 방사구금의 홀의 직경(㎛)으로 나눈 값이고, 상기 신장인자는 상기 응고튜브에서 방출되는 필라멘트의 속도(m/분)를 상기 방사구금의 홀에서 방출되는 방사도프의 속도(m/분)를 나눈 값이다)

[16] 제15항에 있어서,
상기 응고조에 저장된 응고액의 상단으로부터 상기 응고튜브에 구비된 분사구까지의 거리가 10~35㎜ 범위인 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드의 제조방법.

[17] 제15항에 있어서,
상기 권취하는 단계는, 건조된 멀티필라멘트를 700~1,500m/분으로

권취하는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드의 제조방법.

[18] 제15항에 있어서,

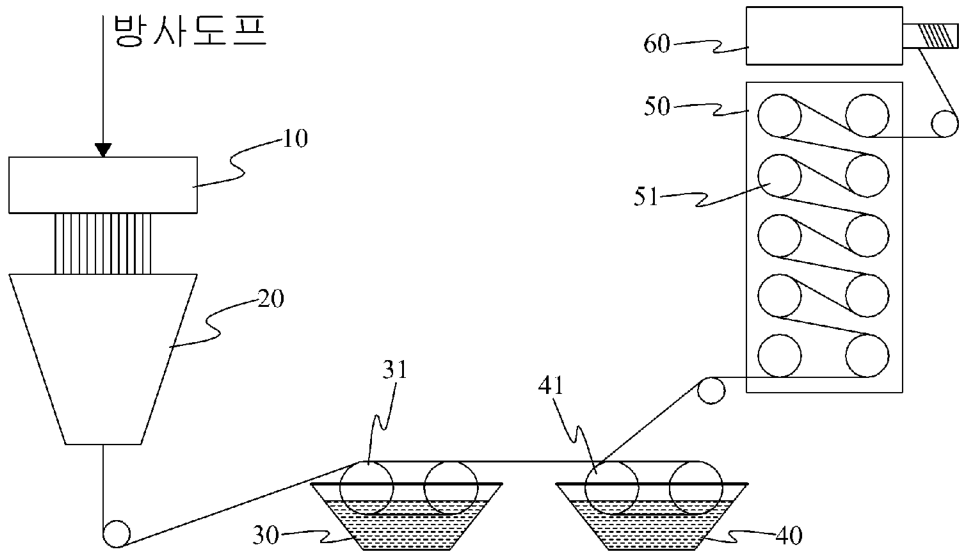
상기 제조된 아라미드 멀티필라멘트로부터 아라미드 합연사를 제조하는 단계;

상기 아라미드 합연사를 레솔시놀-포름알데히드-라텍스(RFL)를 포함하는 접착제 수지 용액에 침지하는 단계;

상기 침지된 아라미드 합연사를 105~200℃에서 10초 내지 400초간 건조하는 단계; 및

상기 건조된 아라미드 합연사를 105~300℃에서 10초 내지 400초간 열처리하는 단계를 포함하여 아라미드 타이어 코오드를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 아라미드 타이어 코오드의 제조방법.

[Fig. 1]



[Fig. 2]