



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월17일
(11) 등록번호 10-0926714
(24) 등록일자 2009년11월06일

(51) Int. Cl.

C03C 25/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0027040

(22) 출원일자 2003년04월29일

심사청구일자 2008년02월04일

(65) 공개번호 10-2003-0087929

(43) 공개일자 2003년11월15일

(30) 우선권주장

JP-P-2002-00135390 2002년05월10일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

W0200001781 A1

JP소화63275619 A

W0199810004 A1

EP0301733 A

전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자

디아이씨 가부시끼가이사

일본국 도쿄도 이타바시쿠 사카시타 3초메 35반 58고

(72) 발명자

오시오아쓰시

일본국사이타마켄기타아다치군이나마치고무로980 6아스티1-202

사이토오사무

일본국사이타마켄아게오시고이즈미276

(74) 대리인

유미특허법인

심사관 : 김범수

(54) 광섬유 피복용 수지 조성물 및 그것을 이용한 피복된광섬유 및 광섬유 유닛

(57) 요약

라디칼 중합성 올리고머(A)와 라디칼 중합성 모노머(B)를 함유하는 광섬유 피복용 수지 조성물로서, 상기 (A)가 하기 (1)~(3)의 화합물: (1) 수평균 분자량이 50~600인 지방족 폴리에올 화합물, (2) 고리형 구조를 갖는 폴리이소시아네이트 화합물, 및 (3) 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물을 반응시킴으로써 형성된 수평균 분자량 600~1,600의 라디칼 중합성 올리고머(A1), 및 하기 (4)~(6)의 화합물: (4) 수평균 분자량이 800~10,000인 지방족 폴리에올 화합물, (5) 폴리이소시아네이트 화합물, 및 (6) 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물을 반응시킴으로써 형성된 라디칼 중합성 올리고머(A2)를 포함하고, 상기 (A1)와 (A2)의 질량비 (A1)/(A2)가 20/80~80/20이며, 또한 상기 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도가 1.85~3.00 mol/kg인 광섬유 피복용 수지 조성물.

특허청구의 범위

청구항 1

라디칼 중합성 올리고머(A)와 라디칼 중합성 모노머(B)를 함유하는 광섬유 피복용 수지 조성물로서,
상기 라디칼 중합성 올리고머(A)가

하기 (1)~(3)의 화합물:

- (1) 수평균 분자량이 50~600이고, 분기쇄(分岐鎖)를 가질 수도 있는 사슬형 구조의 지방족 폴리올 화합물(a1),
- (2) 고리형 구조를 갖는 폴리이소시아네이트 화합물(a2), 및
- (3) 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)

을 반응시킴으로써 형성된 수평균 분자량 600~1,600의 라디칼 중합성 올리고머(A1), 및

하기 (4)~(6)의 화합물:

- (4) 수평균 분자량이 800~10,000이고, 분기쇄를 가질 수도 있는 사슬형 구조의 지방족 폴리올 화합물(a4),
- (5) 폴리이소시아네이트 화합물(a5), 및
- (6) 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)

을 반응시킴으로써 형성된 라디칼 중합성 올리고머(A2)를

포함하고,

상기 라디칼 중합성 올리고머(A1)와 라디칼 중합성 올리고머(A2)의 질량비 (A1)/(A2)가 20/80~80/20이며, 또한
상기 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도가 1.85~3.00 mol/kg인

광섬유 피복용 수지 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 폴리올 화합물(a1) 및 상기 폴리올 화합물(a4)이 폴리에테르 구조를 갖는 화합물인 광섬유 피복용 수지 조성물.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 폴리올 화합물(a1) 및 상기 폴리올 화합물(a4)이 프로필렌옥사이드, 1,2-부틸렌옥사이드 및 3-메틸테트라하이드로푸란으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 화합물의 개환(開環) 부가 중합체인 광섬유 피복용 수지 조성물.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 광섬유 피복용 수지 조성물의 경화 재료로 피복된 광섬유.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 광섬유 피복용 수지 조성물의 경화 재료로 피복된 광섬유 유닛.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <1> 본 발명은 광섬유 피복용 수지 조성물 및 그러한 수지 조성물을 이용한 피복된 광섬유 및 광섬유 유닛에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 2차 피복층 또는 유닛층에 이용되는 광섬유 피복용 수지 조성물에 관한 것이다.
- <2> 광섬유 케이블은 대용량 정보의 전달 매체로서 실용화되고, 광섬유 케이블을 이용한 광대역 정보통신망이 계속 구축되고 있다. 광섬유에는 도파(導波) 유리에 자외선 등의 방사선 경화형 수지에 의한 1차 피복층 및 2차 피복층이 설치된 2층 피복 구조와 단일 피복층이 설치된 단층 피복 구조를 포함한다.
- <3> 2층 피복 구조를 갖는 광섬유의 1차 피복층은 통상 영률(Young's modulus)(인장 계수)이 0.01 내지 1.0 kg/mm²인 유연한 피복층이고, 2차 피복층은 통상 20 내지 200 kg/mm²인 비교적 딱딱한 피복층이다.
- <4> 또한, 광섬유의 사용 형태로서는 여러 가지 형태가 있으며, 그중에는 피복된 도파 유리 상에 피복층을 실시한 복수의 광섬유, 또는 최외층으로서 착색층을 구비한 복수의 착색 광섬유를 동심원 상태 또는 평면 내에 배열한 다음, 방사선 경화형 수지를 통해 일체화한 이른바 유닛 형태(unit configuration)가 포함된다. 유닛 구조는 단일 코팅 또는 이중 코팅으로 피복된 복수의 광섬유를 함께 묶고 방사선 경화형 수지의 경화 피복(유닛층)으로 둘러싼 구조이다. 또한, 복수의 일체화된 유닛을 포함하는 유닛도 있다. 이러한 유닛 형태는 광섬유를 고밀도화하는 방법으로서 유용하며, 광섬유 케이블 내의 구조적 부재로서 널리 사용된다. 상기 1차 피복층, 2차 피복층, 및 유닛층에 사용되는 경화성 수지는 광섬유 피복용 수지 조성물로 알려져 있다.
- <5> 2차 피복층 또는 유닛층에 사용되는 광섬유 피복용 수지 조성물은 다음과 같은 성능을 나타내는 것이 요구된다.
- <6> 1. 고속 가공성
- <7> 점도가 낮고 고속에서도 도포 및 성형이 가능할 것.
- <8> 2. 고속 경화성
- <9> 수백m/분 이상의 고속 가공(저광량)에서도 충분히 경화되어 필요한 영률을 갖는 경화 제품을 얻을 수 있을 것.
- <10> 3. 내구성
- <11> 장기간에 걸쳐 여러 가지 환경(온수, 고습도, 고온, 방수 혼화물)에 노출되어도 당해 수지 조성물에 의한 경화 피막의 기계적 특성이 변화되지 않고, 광섬유의 내구성이 양호할 것.
- <12> 4. 온도 특성
- <13> 해당 수지 조성물에 의한 경화피막으로 피복된 광섬유가 광범위한 온도 범위에서 사용되어도 전송 특성이나 기계적 특성에 변화를 나타내지 않을 것.
- <14> 5. 강인성(強韌性)
- <15> 해당 수지 조성물에 의한 경화피막이 영률과 인장파괴 연신(breaking elongation) 사이의 양호한 밸런스를 나타낼 것.
- <16> 6. 내수손실(耐水損失) 특성
- <17> 광섬유 케이블 부설 후의 사고에 의해 케이블 외피가 손상되어 케이블 내에 물이 스며 들어도 해당 수지 조성물로 얻어진 경화피막으로 피복된 광섬유의 광 전송 특성을 장기간 경과하여도 저하시키지 않을 것.
- <18> 7. 보존성
- <19> 해당 수지 조성물을 저온에서 보존해도 결정화를 일으키지 않음으로써 수지 조성물의 사용수명이 양호할 것.
- <20> 상기 특성들을 개선하기 위해, 이제까지 여러 가지 검토가 이루어졌다. 예를 들면, 일본국 특개소63-275619호에서는 인장파괴 연신을 개선하기 위해, 수평균 분자량이 1000~15,000인 고분자량 우레탄아크릴레이트와 수평균 분자량이 800 이하인 저분자량 우레탄아크릴레이트의 조합이 제시되어 있다. 또한, 일본국 특개소63-168417에서는 강인성과 고속 경화성을 향상시키기 위해 분자 내에 폴리에테르 구조를 갖는 지방족계 라디칼 중합성 폴리머 및 분자 내에 비스페놀A 또는 비스페놀F 타입의 구조와 폴리에테르 구조를 갖는 라디칼 중합성 폴리머를 함유하는 광섬유 피복용 수지 조성물이 제시되어 있다. 또한, 일본국 특개평5-163318에서는 강인성을 향상하기 위해 분자 내에 고리 구조를 갖는 우레탄아크릴레이트를 함유하고, 조성물 중의 우레탄 결합 농도가 2.0×10^{-3}

mol/g 이상인 경화 후의 피막이 높은 영률(1500 MPa)을 갖는 광섬유용 수지 조성물이 제시되어 있다.

<21> 그러나 최근에, 상기 요구 특성에 부가하여 추가로 중요한 특성이 필요한 것으로 확인되었다. 이 새로운 특성은 광섬유 피복용 수지 조성물로 피복된 광섬유가 해당 수지 조성물로 이루어지는 피막층의 표면에 무엇인가의 원인으로 인해 스크래치(노치)가 생긴 경우에도 그 스크래치가 취급중 또는 장기간 설치되어 있는 동안에 더욱 확대되어 광섬유의 특성에 중대한 지장을 일으키지 않도록 충분한 내인열(耐引裂) 강도를 가지며[이하, 본 발명에서는 이 특성을 "노치 내성(notch resistance)"이라 함], 동시에 유닛을 해체(解體)하여 내부의 유닛 또는 소재선을 꺼낼 때, 원하는 위치에서 확실히 박리(peeling)할 수 있고, 길이 방향으로 도중에 갈라지지 않고 길이 방향으로 안정된 유닛층을 박리할 수 있는 것[이하, 본 발명에서는 이 특성을 "해체성(deconstructability)"이라 함]이 요구된다. 이러한 노치 내성과 해체성을 동시에 만족시키기 위해서는 경화 후의 광섬유 피복용 수지 조성물이 적절한 인열 강도를 가지고, 동시에 적당한 영률 및 적당한 인장파괴 연신 특성을 가지는 것이 중요하다. 그러나 상기 선행 기술에 제시되어 있는 광섬유 피복용 수지 조성물에서는 가혹한 취급으로 인한 노치의 발생 가능성에 대처할 노치 내성 및 해체성에 대하여 전혀 고려되어 있지 않고, 그 결과, 이들 특성에 관해서 충분히 만족시킬 수 있는 것은 얻을 수 없었다. 일반적으로 앞에 설명한 노치 내성을 시험하는 방법으로서는 JIS K 6252-1993에 기재된 방법이 사용되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<22> 본 발명의 목적은 만족할 만한 수준의 강인성을 가지고, 특히 노치가 발생 경우에 탁월한 노치 내성을 나타내는 광섬유 피복용 수지 조성물을 제공하는 것이다. 또, 본 발명의 다른 목적은 상기 목적을 달성하는 동시에 광섬유 및 유닛의 해체성이 우수한 광섬유 피복용 수지 조성물을 이용한 광섬유 소재선과 유닛을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<23> 본 발명자들은 이러한 상황을 감안하여 상기 과제를 해결하기 위해 예의 검토한 결과, 특정한 구조의 라디칼 중합성 올리고머를 이용하여 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도를 특정한 값으로 설정함으로써 상기 과제를 해결할 수 있는 광섬유 피복용 수지 조성물을 얻을 수 있음을 발견하여 본 발명을 완성할 수 있었다.

<24> 즉, 본 발명은 라디칼 중합성 올리고머(A)와 라디칼 중합성 모노머(B)를 함유하는 광섬유 피복용 수지 조성물로서, 상기 라디칼 중합성 올리고머(A)가 하기 (1)~(3)의 화합물:

<25> (1) 수평균 분자량이 50~600이고, 분기쇄(分岐鎖)를 가질 수도 있는 사슬형 구조의 지방족 폴리올 화합물(a1),

<26> (2) 고리형 구조를 갖는 폴리이소시아네이트 화합물(a2), 및

<27> (3) 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)

<28> 을 반응시킴으로써 형성된 수평균 분자량 600~1,600의 라디칼 중합성 올리고머(A1), 및 하기 (4)~(6)의 화합물:

<29> (4) 수평균 분자량이 800~10,000이고, 분기쇄를 가질 수도 있는 사슬형 구조의 지방족 폴리올 화합물(a4),

<30> (5) 폴리이소시아네이트 화합물(a5), 및

<31> (6) 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)

<32> 을 반응시킴으로써 형성된 라디칼 중합성 올리고머(A2)를 포함하고,

<33> 상기 라디칼 중합성 올리고머(A1)와 라디칼 중합성 올리고머(A2)의 질량비 (A1)/(A2)가 20/80~80/20이며, 또한 상기 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도가 1.85~3.00 mol/kg인 광섬유 피복용 수지 조성물을 제공하는 것이다.

<34> 또한, 본 발명은 상기 광섬유 피복용 수지 조성물로 피복된 광섬유 및 유닛을 제공하는 것이다.

<35> 본 발명자들은 고분자량 우레탄아크릴레이트와 저분자량 우레탄아크릴레이트를 조합하여 사용하면 적당한 영률 및 인장파괴 연신을 얻을 수 있고, 그 결과, 강인성이 우수한 광섬유 피복용 수지 조성물을 얻을 수 있음을 발견하였다. 그러나 그것만으로는 충분히 만족할 수 있는 노치 내성 및 해체성을 실현할 수 없었다. 따라서 본 발명자들은 충분한 강인성을 유지하면서 노치 내성 및 해체성을 향상시키고자 검토를 행하였다. 그 결과, 고분자량 우레탄아크릴레이트 및 저분자량 우레탄아크릴레이트를 제조할 때 사용하는 폴리올 화합물의 수평균 분자

량을 특정 범위로 설정하고, 또한 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도를 1.85~3.00 mol/kg의 범위 내로 조절함으로써 상기 목적을 달성할 수 있음을 발견하여 본 발명을 완성할 수 있었다.

- <36> 이하에 본 발명에 관해 상세히 설명한다.
- <37> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물이 함유하는 라디칼 중합성 올리고머(A1)를 제조하기 위해 사용하는 폴리올 화합물(a1)로서는 수평균 분자량이 50~600이고, 분기쇄를 가질 수도 있는 사슬형 구조의 지방족 폴리올이면 임의의 공지된 것을 사용할 수 있다. 적합한 예로는, (1) 에틸렌글리콜, 1,4-부틸렌글리콜, 네오펜틸글리콜, 1,6-헥산디올, 2-에틸-1,6-헥산디올, 데칸디올, 운데칸디올, 3-메틸펜탄디올, 트리메틸올프로판, 펜타에리스리톨 중 적어도 하나로부터 얻어지는 지방족 폴리올, (2) ϵ -카프로락톤, γ -발레로락톤 등의 락톤류를 개환중합하여 얻어지는 폴리에스테르폴리올, (3) 에틸렌옥사이드, 프로필렌옥사이드, 1,2-부틸렌옥사이드 등의 알킬렌옥사이드, 및 테트라하이드로푸란, 알킬치환 테트라하이드로푸란, 또는 대안으로서 고리형 에테르의 중합체의 2종 이상의 코폴리머인 폴리에테르폴리올이 포함된다.
- <38> 상기 폴리올 화합물(a1)은 분자 내에 고리형 구조를 갖지 않는 사슬형 분자 구조를 갖는다. 이러한 형태의 화합물을 이용한 광섬유 피복용 수지 조성물은 경화하였을 때 피막의 영률이 필요 이상으로 높아지거나, 연신이 낮아지지 않고 양호한 노치 내성을 얻을 수 있으므로 바람직하다. 분자 내에 고리형 구조를 갖지 않는 분자 구조이면 직쇄형과 분기형 사슬 구조 중 어느 것이라도 적합하다.
- <39> 또한, 상기 폴리올 화합물(a1)의 수평균 분자량은 150~500인 것이 바람직하고, 그중에도 150~400인 것이 더욱 바람직하다. 수평균 분자량이 상기 범위 내에 있으면 노치 내성이 바람직하게 증가된다. 바람직한 폴리올 화합물(a1)의 예로는 프로필렌옥사이드, 1,2-부틸렌옥사이드, 또는 3-메틸테트라하이드로푸란과 같은 단일 개환 부가 중합체, 또는 이들 고리 화합물의 개환 부가 코폴리머가 포함된다. 이들 폴리올 화합물 중에서 프로필렌옥사이드의 단일 개환 부가 호모폴리머, 즉 폴리프로필렌글리콜이 특히 바람직하다. 측쇄를 가진 폴리에테르디올을 사용하면 광섬유 피복용 수지 조성물이 저온에서 고화되지 않으며, 또한 바람직한 노치 내성을 나타낸다.
- <40> 고리형 구조를 갖는 상기 폴리소시아네이트 화합물(a2)로서는 공지의 화합물을 이용할 수 있으며, 적합한 예로는, 2,4-톨릴렌디이소시아네이트, 2,6-톨릴렌디이소시아네이트, 4,4'-디페닐메탄디이소시아네이트, 수소첨가 4,4'-디페닐메탄디이소시아네이트, 자일렌디이소시아네이트, 수소첨가 자일렌디이소시아네이트, 이소포론디이소시아네이트, 1,5-나프탈렌디이소시아네이트, 툴리딘디이소시아네이트, p-페닐렌디이소시아네이트, 테트라메틸자일렌디이소시아네이트, 비사이클로헥탄트리이소시아네이트, 디사이클로펜타디엔디이소시아네이트, 노르보르넨디이소시아네이트 등의 폴리소시아네이트가 포함된다. 이들 중에서 분자량이 150~300인 디이소시아네이트를 사용하면 피복층의 노치 내성이 더욱 양호해지므로 바람직하다.
- <41> 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 상기 화합물(a3)로서는 공지의 화합물을 사용할 수 있으며, 적합한 예로는, 2-하이드록시에틸(메타)아크릴레이트, 2-하이드록시프로필(메타)아크릴레이트, 2-하이드록시-3-페녹시프로필(메타)아크릴레이트, 2-(메타)아크릴로일옥시에틸-2-하이드록시에틸프탈산, 펜타에리스리톨트리(메타)아크릴레이트, 3-아크릴로일옥시글리세린모노(메타)아크릴레이트, 2-하이드록시부틸(메타)아크릴레이트, 2-하이드록시-1-(메타)아크릴옥시-3-(메타)아크릴옥시프로판, 글리세린디(메타)아크릴레이트, 폴리프로필렌글리콜모노(메타)아크릴레이트, 폴리에틸렌글리콜모노(메타)아크릴레이트, 폴리 ϵ -카프로락톤모노(메타)아크릴레이트, 4-하이드록시부틸(메타)아크릴레이트, 및 ϵ -카프로락톤모노(메타)아크릴레이트 등이 포함된다. 이들 중에서 동일 분자 중에 1개의 수산기와 1개의 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 것을 사용하면 피복층의 노치 내성이 더욱 좋아지므로 바람직하다.
- <42> 본 발명에서 사용하는 라디칼 중합성 올리고머(A1)의 수평균 분자량은 600~1,600 범위이며, 바람직하게는 700~1,400 범위, 더욱 바람직하게는 800~1,100 범위이다. 이와 같은 범위 내의 수평균 분자량은 더욱 양호한 노치 내성을 갖는 피복층을 제공하므로 바람직하다.
- <43> 본 발명에서 사용하는 라디칼 중합성 올리고머(A1)는 전술한 원재료의 선택에 따라 여러 가지 상이한 구조로 제조될 수 있다. 예를 들면, 최소한 3작용기를 갖는 폴리올 화합물(a1), 또는 폴리소시아네이트 화합물(a2)을 사용함으로써 분기 구조를 갖는 올리고머를 제조할 수 있다. 그러나 라디칼 중합성 올리고머(A1)의 경우에는 2작용의 폴리올 화합물(a1) 및 2작용의 폴리소시아네이트 화합물(a2)을 사용하여 제조되는 직쇄형 주쇄를 갖는 올리고머가 바람직하다. 또한, 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)의 경우에는 동일 분자 중에 1개의 수산기와 1개의 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 이와 같은 재료를 사용한 경우, 라디칼 중합성 올리고머(A1)는 하기 식 1로 표기되는 구조로 형성된다.

- <44> 식 1: $R_1-A(-R_2-A-R_3-A)_n-R_2-A-R_1$
- <45> (상기 식에서, A는 우레탄 결합, R_1 은 동일 분자 내에 1개의 수산기와 1개의 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)에 유래하는 기, R_2 는 2작용의 폴리소시아네이트 화합물(a2)에 유래하는 기, R_3 는 2작용의 폴리올 화합물(a1)에 유래하는 기, n은 1 이상의 정수임).
- <46> 상기 식 1로 표기되는 화합물 중에서, n=1 및 n=2인 화합물의 합계가 라디칼 중합성 올리고머(A1) 전체량의 30 질량% 이상, 바람직하게는 50 질량% 이상, 더욱 바람직하게는 70 질량% 이상인 올리고머가 더욱 양호한 노치 내성을 갖는 광섬유 피복층을 제공하므로 바람직하다.
- <47> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물에서, 라디칼 중합성 올리고머(A)로서 라디칼 중합성 올리고머(A1) 이외에 라디칼 중합성 올리고머(A2)를 사용한다. 라디칼 중합성 올리고머(A2)는 하기 (4)~(6)의 화합물:
- <48> (4) 수평균 분자량이 800~10,000이고, 분기쇄를 가질 수도 있는 사슬형 구조의 지방족 폴리올 화합물(a4),
- <49> (5) 폴리소시아네이트 화합물(a5), 및
- <50> (6) 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)
- <51> 을 반응시킴으로써 형성된다. 이들 올리고머 중에서도, 수평균 분자량이 800~10,000인 디올 화합물, 디소시아네이트 화합물, 및 동일 분자 내에 1개의 수산기와 1개의 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물을 반응시킴으로써 형성되는 우레탄아크릴레이트가 바람직하다.
- <52> 수평균 분자량이 800~10,000이고, 분기쇄를 가질 수도 있는 사슬형 구조의 지방족 폴리올 화합물(a4)의 예로서는 ϵ -카프로락톤, γ -발레로락톤 등의 락톤류를 개환중합하여 얻어지는 폴리에스테르폴리올, 에틸렌옥사이드, 프로필렌옥사이드, 1,2-부틸렌옥사이드 등의 알킬렌옥사이드 및 테트라하이드로푸란, 알킬치환 테트라하이드로푸란을 포함하는 고리형 에테르의 중합체, 또는 고리형 에테르의 2종 이상의 코폴리머인 폴리에테르폴리올 등이 포함된다. 폴리올 화합물(a4)은 분자 내에 고리형 구조를 갖지 않는 사슬형 분자 구조를 갖는다. 분자 내에 고리형 구조를 갖지 않는 사슬형 분자 구조이면 직쇄형과 분기형 중 어느 것이라도 적합하다. 상기 폴리올 화합물 중에서도 프로필렌옥사이드, 1,2-부틸렌옥사이드, 3-메틸테트라하이드로푸란 등의 분기된 고리형 에테르의 단일 개환 부가 호모폴리머, 또는 개환 부가 코폴리머는 저온 보존성이 양호하고, 고속 경화성이 높기 때문에 바람직하다. 이들 중에서도 프로필렌옥사이드의 단일 개환 부가 호모폴리머, 즉 폴리프로필렌글리콜이 특히 바람직하다.
- <53> 따라서, 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물에서의 바람직한 실시형태로서는 폴리올 화합물(a1) 및 상기 폴리올 화합물(a4)이 폴리에테르 구조를 갖는 화합물인 것이 바람직하고, 특히 폴리올 화합물(a1) 및 상기 폴리올 화합물(a4)이 프로필렌옥사이드, 1,2-부틸렌옥사이드 및 3-메틸테트라하이드로푸란으로부터 선택되는 1종 이상의 화합물의 개환 부가 중합체인 것이 바람직하다.
- <54> 또한, 폴리소시아네이트 화합물(a5)에 대해서는 특별히 제한은 없고, 상기 폴리소시아네이트 화합물(a2)과 관련하여 예시한 화합물 이외에 공지의 화합물을 사용할 수 있다. 그와 같은 화합물의 예로는, 헥사메틸렌디소시아네이트, 1,6,11-운데칸트리아소시아네이트, 1,8-디소시아네이트-4-이소시아네이트메틸옥탄, 1,3,6-헥사메틸렌트리아소시아네이트, 2,2,4-트리메틸헥사메틸렌디소시아네이트, 2,4,4-트리메틸헥사메틸렌디소시아네이트 등의 고리형 구조를 갖지 않는 화합물이 포함된다.
- <55> 라디칼 중합성 올리고머(A2)의 수평균 분자량은 1,200~20,000의 범위 내라야 하고, 1,400~15,000의 범위 내인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 수평균 분자량 1,400~10,000의 범위 내이다.
- <56> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물에서의 라디칼 중합성 올리고머(A1)와 라디칼 중합성 올리고머(A2)의 질량비 (A1)/(A2)는 20/80~80/20의 범위 내이고, 바람직하게는 30/70~70/30의 범위 내이고, 더욱 바람직하게는 40/60~60/40의 범위 내이다. 상기 범위 내이면 양호한 노치 내성을 제공하므로 바람직하다.
- <57> 본 발명에서는 상기 라디칼 중합성 올리고머(A1) 및 (A2) 이외에 공지의 올리고머를 사용할 수 있다. 이러한 다른 올리고머의 적합한 예로는 폴리소시아네이트 화합물(a2)과 동일 분자 내에 수산기와 라디칼 중합성 불포화기를 갖는 화합물(a3)의 반응 생성물인 우레탄아크릴레이트, 글리시딜에테르 화합물과 (메타)아크릴산 등의 중합성 불포화기를 갖는 카르복시산류의 반응 생성물인 에폭시아크릴레이트, 그리고 에폭시아크릴레이트를 폴리올로서 포함하는 반응으로 형성된 우레탄아크릴레이트 및 비닐에테르 화합물의 반응으로 생성되는 올리고머가

포함된다.

- <58> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물에서는 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도가 1.85~3.00 mol/kg의 범위 내, 더욱 바람직하게는 1.85~2.50 mol/kg의 범위 내, 특히 바람직하게는 1.85~2.20 mol/kg의 범위 내에 들어가야 한다. 확실히 이와 같은 범위 내로 함으로써 광섬유의 피복층 또는 유닛 재료에 노치가 발생된 경우에도 충분한 강인성을 나타내어 노치 내성이 우수한 광섬유 피복용 수지 조성물이 형성된다.
- <59> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물에는 전술한 라디칼 중합성 올리고머(A1) 및 (A2) 이외에 라디칼 중합성 모노머(B)를 이용할 수 있다. 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도(mol/kg)는 라디칼 중합성 올리고머(A) 및 라디칼 중합성 모노머(B)가 각각 함유하는 우레탄 결합의 농도(mol/kg)를 산출한 다음, 이들 성분 각각의 상대적 비율에 기초하여 전체 농도를 계산하여 결정된다. 보다 구체적인 계산 방법을 이하에 제시한다.
- <60> 구하고자 하는 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합의 농도를 Z(mol/kg)라 한다. 또한, 라디칼 중합성 올리고머(A) 또는 라디칼 중합성 모노머(B)로서 사용되는 화합물 R 중의 우레탄 결합의 농도를 Z_R(mol/kg)라 한다.
- <61> (1) Z_R의 계산
- <62> $Z_R(\text{mol/kg}) = (R_{\text{mol}}/M_R) \times 1000$
- <63> R_{mol}: 화합물 R의 1 mol 중의 우레탄 결합의 mol수
- <64> M_R: 화합물 R의 분자량
- <65> R_{mol} 및 M_R은 화합물 R을 제조하기 위한 원료의 분자량 및 몰비로부터 화학양론적으로 구해지는 값이다.
- <66> (2) Z의 계산
- <67> 화합물 R로서 R1, R2, ...Ri 성분을 사용한다고 가정하면,
- <68> $Z = (Z_{R1} \times W_{R1} + Z_{R2} \times W_{R2} + \dots + Z_{Ri} \times W_{Ri}) / (W_{R1} + W_{R2} + \dots + W_{Ri} + \text{기타 첨가물의 배합량})$
- <69> W_{R1}, W_{R2}, ..., W_{Ri}: R1, R2, ... Ri 성분의 배합량
- <70> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물이 경화되었을 때, 경화 피막이 우수한 노치 내성을 나타내기 위해서는 경화 피막의 영률(인장 계수)이 100~1450 MPa인 것이 필요하고, 400~1200 MPa인 것이 바람직하고, 500~1000 MPa인 것이 더욱 바람직하다. 영률이 상기 범위 내에 있으면 만족스러운 노치 내성을 얻을 수 있다.
- <71> 노치 내성은 JIS K 6252-1993에 기재된 방법을 이용하여 시험할 수 있다. 그 시험법에 따라 측정된 "노치 내성"이 4.5(kgf/mm) 이상이면, 노치가 발생된 경우의 인열강도가 우수한 광섬유용 수지 조성물을 얻을 수 있다. 그중에도 "노치 내성"이 4.8(kgf/mm) 이상인 것이 특히 바람직하다. 본 발명에서의 시험 방법을 이하에 상세히 설명한다.
- <72> (1) 경화 도막의 제조 방법: 조제한 광섬유 피복용 수지 조성물을 유리판에 도포하고, 메탈 할라이드 램프를 이용하여, 질소 분위기 하에서 0.5 J/cm²의 자외선을 조사하여 막 두께가 150 μm인 경화 도막을 얻는다.
- <73> (2) 시험편: JIS K 6252-1993에 기재된 그레셴트(crescent)형 시험편. 그레셴트형 시험편에는 시험편의 오목부 중앙에 시험편의 주축과 직각 방향으로 길이 1.0±0.2mm의 컷(노치)을 새긴다. 컷은 예리한 커터로 JIS K 6252-1993에 기재된 방법에 따라, 시험편의 두께 방향에 대해 평행으로(시험편의 상하면에 대해서는 수직으로) 새긴다.
- <74> (3) 측정 기구: 시마즈세이사쿠쇼제 인장 시험기, Autograph AGS-100G형
- <75> (4) 인장 속도: 50mm/분
- <76> (5) 측정 조건: 23℃, 50%HR
- <77> 상기 측정 방법에 따라 노치가 형성된 시료를 시험하여 시료가 파단되었을 때의 인열 강도를 노치 내성의 값으로 기록하였다.

<78> 본 발명에서 사용하는 라디칼 중합성 모노머(B)로서는 공지의 물질을 사용할 수 있다. 적합한 예로는, 메톡시 에틸렌글리콜(메타)아크릴레이트, 메톡시폴리에틸렌글리콜(메타)아크릴레이트, β-(메타)아크릴로일옥시에틸 하이드로젠프탈레이트, β-(메타)아크릴로일옥시에틸하이드로젠숙시네이트, 노닐페녹시에틸(메타)아크릴레이트, 노닐페녹시폴리옥시에틸렌(메타)아크릴레이트, 노닐페녹시폴리옥시프로필렌(메타)아크릴레이트, 3-클로로-2-하이드록시프로필(메타)아크릴레이트, 페녹시에틸(메타)아크릴레이트, 페녹시폴리에틸렌글리콜(메타)아크릴레이트, 메톡시폴리에틸렌글리콜(메타)아크릴레이트, β-(메타)아크릴로일 옥시프로필하이드로젠프탈레이트, β-(메타)아크릴로일옥시프로필하이드로젠숙시네이트, 부톡시폴리에틸렌글리콜 (메타)아크릴레이트, 알킬(메타)아크릴레이트, 사이클로헥실(메타)아크릴레이트, 테트라하이드로푸르푸릴(메 타)아크릴레이트, 이소보르닐(메타)아크릴레이트, 벤질(메타)아크릴레이트, 2-하이드록시에틸(메타)아크릴레이 트, 2-하이드록시프로필(메타)아크릴레이트, 2-하이드록시-3-페녹시프로필(메타)아크릴레이트, 2-(메타)아크릴 로일옥시에틸-2-하이드록시에틸프탈산, 3-아크릴로일옥시글리세린모노(메타)아크릴레이트, 2-하이드록시부틸(메 타)아크릴레이트, 2-하이드록시-1-(메타)아크릴옥시-3-(메타)아크릴옥시프로판, 폴리프로필렌글리콜모노(메타) 아크릴레이트, 폴리에틸렌글리콜모노(메타)아크릴레이트, 폴리ε-카프로락톤모노(메타)아크릴레이트, 디알킬아 미노에틸(메타)아크릴레이트, 글리시딜(메타)아크릴레이트, 모노[2-(메타)아크릴로일옥시에틸]에시드포스페이트, 트리플루오로에틸(메타)아크릴레이트, 2,2,3,3-테트라플루 오로프로필(메타)아크릴레이트, 2,2,3,4,4,4-헥사플루오로부틸(메타)아크릴레이트, 퍼플루오로옥틸에틸(메타)아 크릴레이트, 디사이클로펜텐일옥시알킬(메타)아크릴레이트, 디사이클로펜텐일(메타)아크릴레이트, 트리사이클로 데카닐(메타)아크릴레이트, 트리사이클로데카닐옥시에틸(메타)아크릴레이트, 이소보르닐옥시에틸(메타)아크릴레 이트, N-비닐피롤리돈, 2-비닐피리딘, 모르폴린(메타)아크릴레이트, N-비닐카프로락탐 등의 단작용 중합성 모노 머 등이 포함된다.

<79> 또한, 적합한 2작용 중합성 모노머의 예로는, 2,2-디메틸-3-하이드록시프로필-2,2-디메틸-3-하이드록시프로피오 네이트의 디(메타)아크릴레이트, 에틸렌글리콜디(메타)아크릴레이트, 폴리에틸렌글리콜디(메타)아크릴레이트, 프로필렌글리콜디(메타)아크릴레이트, 폴리프로필렌글리콜디(메타)아크릴레이트, 1,4-부탄디올디(메타)아크릴레 이트, 1,6-헥산디올디(메타)아크릴레이트, 글리세린디(메타)아크릴레이트, 네오펜틸글리콜디(메타)아크릴레이트, 하이드록시피발린산 네오펜틸글리콜의 디(메타)아크릴레이트, 비스페놀A 의 에틸렌옥사이드 부가 산물의 디(메타)아크릴레이트, 비스페놀A의 프로필렌옥사이드 부가 산물의 디(메타)아 크릴레이트, 2,2'-디(하이드록시프로폭시페닐)프로판의 디(메타)아크릴레이트, 2,2'-디(하이드록시에톡시페닐) 프로판의 디(메타)아크릴레이트, 트리사이클로데칸디메틸올의 디(메타)아크릴레이트, 비스페놀F의 에틸렌옥사이드 부가 산물의 디(메타)아크릴레이트, 비스페놀F의 프로필렌옥사이드 부가 산물의 디(메타)아크릴레이트, 3,9- 비스(1,1-디메틸-2-하이드록시에틸)-2,4,8,10-테트라옥사스피로[5,5]운데칸의 디아크릴레이트, 5-에틸-2-(2-하 이드록시-1,1-디메틸에틸)-5-(하이드록시메틸)-1,3-디옥산의 디아크릴레이트 등이 포함된다.

<80> 또한, 적합한 다작용 중합성 모노머의 예로는, 트리메틸롤프로판트리(메타)아크릴레이트, 펜타에리스리톨트리 (메타)아크릴레이트, 펜타에리스리톨테트라(메타)아크릴레이트, 디펜타에리스리톨헥사(메타)아크릴레이트, 테트 라메틸롤메탄트리(메타)아크릴레이트, 테트라메틸롤메탄테트라(메타)아크릴레이트, 트리스(2-하이드록시에틸)이 소시아누레이드의 트리(메타)아크릴레이트, 트리스(하이드록시프로필)이소시아누레이드의 트리(메타)아크릴레이 트, 트리멜리트산의 트리(메타)아크릴레이트, 트리알릴트리멜리트산, 트리알릴이소시아누레이드 등이 포함된다.

<81> 상기 모노머 중에서, 트리메틸롤프로판트리(메타)아크릴레이트, 펜타에리스리톨트리(메타)아크릴레이트, 펜타에 리스리톨테트라(메타)아크릴레이트, 디펜타에리스리톨헥사(메타)아크릴레이트, 테트라메틸롤메탄트리(메타)아크 릴레이트, 테트라메틸롤메탄테트라(메타)아크릴레이트, 트리메틸롤프로판의 에틸렌옥사이드 또는 프로필렌옥사 이드 부가 산물의 트리(메타)아크릴레이트, 펜타에리스리톨의 에틸렌옥사이드 또는 프로필렌옥사이드 부가 산물 의 트리(메타)아크릴레이트, 펜타에리스리톨의 에틸렌옥사이드 또는 프로필렌옥사이드 부가 산물의 테트라(메타)아크릴레이트, 디펜타에리스리톨의 에틸렌옥사이드 또는 프로필렌옥사이드 부가 산물의 헥사(메 타)아크릴레이트, 테트라메틸롤메탄의 에틸렌옥사이드 또는 프로필렌옥사이드 부가 산물의 트리(메타)아크릴레 이트, 테트라메틸롤메탄의 에틸렌옥사이드 또는 프로필렌옥사이드 부가 산물의 테트라(메타)아크릴레이트 등의 2작용기 이상을 갖는 다작용 중합성 모노머가 강인성을 증가시키기 때문에 바람직하다. 또한, N-비닐피롤리돈, 2-비닐피리딘, 모르폴린(메타)아크릴레이트, N-비닐카프로락탐, N-비닐카르바졸 등의 질소 원자를 함유하는 단 작용 중합성 모노머도 노치 내성을 높이기 때문에 바람직하다. 질소를 함유하는 단작용 중합성 모노머와 2작용 기 이상을 갖는 다작용 중합성 모노머를 조합함으로써 노치 내성이 더욱 증가될 수 있으므로 특히 바람직하다.

<82> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물을 가시광 또는 자외선으로 경화시킬 경우에는 필요에 따라 광중합 개시제

(C)를 이용할 수 있다. 적합한 광중합 개시제(C)의 예로서는, 4-디메틸아미노벤조산, 4-디메틸아미노벤조산에스테르, 알콕시아세토페논, 벤질디메틸케탈, 벤조페논 및 벤조페논 유도체, 벤조일벤조산알킬, 비스(4-디알킬아미노페닐)케톤, 벤질 및 벤질 유도체, 벤조일 및 벤조인 유도체, 벤조인알킬에테르, 2-하이드록시-2-메틸프로피오페논, 1-하이드록시사이클로헥실페닐케톤, 티오크산톤 및 티오크산톤 유도체, 2,4,6-트리메틸벤조일디페닐포스핀옥사이드,

2-메틸-1-[4-(메틸티오)페닐]-2-모르폴리노프로판-1,2-벤질-2-디메틸아미노-1-(4-모르폴리노페닐)-부타논-1, 비스(2,6-디메톡시벤조일)-2,4,4-트리메틸펜틸포스핀옥사이드, 3,6-비스(2-메틸-2-모르폴리노프로피오닐)-9-n-옥틸카르바졸, 및 2,2-디메톡시-2-페닐아세토페논이 포함된다.

<83> 이들 중에서는 1-하이드록시사이클로헥실페닐케톤, 티오크산톤 및 티오크산톤 유도체, 2,4,6-트리메틸벤조일디페닐포스핀옥사이드, 2-메틸-1-[4-(메틸티오)페닐]-2-모르폴리노프로판-1,2-벤질-2-디메틸아미노-1-(4-모르폴리노페닐)-부타논-1, 비스(2,6-디메톡시벤조일)-2,4,4-트리메틸펜틸포스핀옥사이드, 3,6-비스(2-메틸-2-모르폴리노프로피오닐)-9-n-옥틸카르바졸, 2,2-디메톡시-2-페닐아세토페논으로 이루어진 군으로부터 선택되는 2종 이상을 혼합하면, 조성물의 고속 경화성이 바람직하게 향상된다. 상기 개시제 중에서도 3,6-비스(2-메틸-2-모르폴리노프로피오닐)-9-n-옥틸카르바졸을 포함하는 계는 현저하게 우수한 고속 경화성을 제공하므로 바람직하다.

<84> 또한, 본 발명에 따른 광섬유 피복용 수지 조성물에는 전술한 성분에 부가하여 하이드로퀴논 및 하이드로퀴논모노메틸에테르와 같은 중합금지제, 힌더드(hindered) 페놀 화합물 및 황 화합물과 같은 산화방지제, 힌더드 아민 화합물과 같은 광안정제, 아인산에스테르 화합물과 같은 탈색제, 실리콘오일과 같은 소포제, 이형제, 레벨링제, 안료 등을 첨가할 수도 있다.

<85> 전술한 라디칼 중합성 올리고머(A)는 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물 전체에 대해 40 질량% 내지 90 질량%, 바람직하게는 50 질량% 내지 80 질량%, 보다 바람직하게는 50 질량% 내지 70 질량%를 포함한다. 또한, 중합성 모노머(B)는 광섬유 피복용 수지 조성물 전체에 대해 바람직하게 10 질량% 내지 60 질량%, 더욱 바람직하게는 30 질량% 내지 50 질량%를 포함한다.

<86> 또한, 2작용기 이상을 갖는 다작용 중합성 모노머는 광섬유 피복용 수지 조성물 전체에 대해 바람직하게 0 질량% 내지 40 질량%, 더욱 바람직하게는 10 질량% 내지 30 질량%를 포함한다.

<87> 전술한 광중합 개시제(C)는 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물을 자외선 존재 하에 경화될 수 있도록 하기 위해 첨가되며, 광중합 개시제(C)의 양은 라디칼 중합성 올리고머(A), 라디칼 중합성 모노머(B), 광중합 개시제(C)의 합계 100 질량%에 대해 통상 0.01 내지 10 질량%의 범위 내, 바람직하게는 0.05 내지 5 질량%의 범위 내이다.

<88> 본 발명의 광섬유 피복용 수지 조성물에서는 가공성 및 광섬유의 전송 특성을 개선하기 위해 조성물 및 경화막의 물리적 특성이 이하에 기재된 범위 내에 들어가도록 조절하는 것이 바람직하다.

<89> - 조성물의 점도: 1.0~10.0 Pa·s(25℃, B형 점도계) 범위 내가 바람직하다. 1.0 Pa·s 미만 또는 10.0 Pa·s를 초과하면 고속 경화성이 나빠서 광섬유의 고속 제조 시에 외경의 변동 및 경화막의 파단이 발생된다.

<90> 기타 경화막의 특성 중에서 이하의 범위 내에 있는 값이 전송 특성 및 소재선 또는 유닛의 취급성을 양호하게 하므로 바람직하다.

<91> - 유리 전이 온도: 50℃~150℃, 바람직하게는 80℃~120℃.

<92> - 인장파괴 강도: 30 MPa 이상, 바람직하게는 40 MPa 이상.

<93> - 인장파괴 연신: 30% 이상, 바람직하게는 40%, 더욱 바람직하게는 50% 이상. 인장파괴 연신이 30% 미만이면 해체성이 나빠지므로 바람직하지 않다.

<94> [실시에]

<95> 이하에서 일련의 실시예에 의거하여 본 발명을 구체적으로 설명하는데, 본 발명은 제시된 실시예에 의해 한정되지 않는다. 실시예에서 "부"는 모두 질량 기준이다.

<96> 1. 라디칼 중합성 올리고머(A2)의 합성

<97> [합성에 1-우레탄아크릴레이트(A2-1)의 합성]

<98> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 348 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 폴

리프로필렌글리콜(수평균 분자량 2,000) 2,000g(1몰), 디부틸주석 디아세테이트 2 g을 투입한 후, 발열에 주의하면서 70℃까지 온도를 올리고, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, NCO%를 측정할 결과 3.58%였다. 이어서 HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 232 g(2몰)을 투입하고, 이 온도에서 추가로 7시간 반응을 행하였다. 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 반응을 종료시켰다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A2-1)의 수평균 분자량은 2,580이었다.

<99> [합성에 2-우레탄아크릴레이트(A2-2)의 합성]

<100> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 348 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 테트라하이드로푸란/부틸렌옥사이드(10 mol%)의 코폴리머인 폴리에테르폴리올 1,000 g(1몰, OH가=112 KOH-mg/g), 디부틸주석 디아세테이트 1 g을 투입한 후, 발열에 주의하면서 70℃까지 온도를 올리고, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, NCO%를 측정할 결과 3.57%였다. 이어서 HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 232 g(2몰)을 투입하고, 이 온도에서 추가로 7시간 반응을 행하였다. 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 반응을 종료시켰다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A2-2)의 수평균 분자량은 1,580이었다.

<101> [합성에 3-우레탄아크릴레이트(A2-3)의 합성]

<102> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 348 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 폴리프로필렌글리콜(분자량 8,000) 8,000 g(1몰), 디부틸주석 디아세테이트 2 g을 투입한 후, 발열에 주의하면서 70℃까지 온도를 올리고, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, 이어서 HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 232 g(2몰)을 투입하고, 이 온도에서 추가로 7시간 반응을 행한 후, 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 반응을 종료시켰다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A2-3)의 수평균 분자량은 8,580이었다.

<103> [합성에 4-우레탄아크릴레이트(A2-4)의 합성]

<104> 교반 날개가 장착된 플라스크에 수소첨가 디페닐메탄다이소시아네이트 951 g, 디부틸주석 디라우레이트 5 g 및 2,6-디-*t*-부틸-*p*-크레졸 1.5 g을 투입하고, 수평균 분자량 2,000인 폴리에테르글리콜(호도가야가가쿠 가부시키가이샤; PPTMG2000) 3,628 g을 3시간에 걸쳐 60~70℃에서 첨가했다. 첨가 후 60~70℃에서 추가로 1시간 교반했다. 이어서, 60~70℃로 유지한 상태에서 HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 420 g을 1시간에 걸쳐 적하하여, 라디칼 중합성 올리고머(A2-4)를 얻었다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A2-4)의 수평균 분자량은 2,756이었다.

<105> [합성에 5-우레탄아크릴레이트(A2-5)의 합성]

<106> 교반 날개가 장착된 플라스크에 IPDI(이소포론다이소시아네이트) 96.52 g, 디부틸주석 디라우레이트 1 g, 2,6-디-*t*-부틸-*p*-크레졸 0.5 g을 투입하고, 이것에 프로필렌글리콜과 테트라하이드로푸란의 코폴리머인 디올(수평균 분자량 4,000; PPTG4000) 869.56 g을 2시간에 걸쳐 60~70℃에서 첨가했다. 첨가 후 60~70℃에서 추가로 1시간 교반했다. 이어서, 60~70℃로 유지한 상태에서 HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 50.43 g을 1시간에 걸쳐 적하하여, 라디칼 중합성 올리고머(A2-5)를 얻었다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A2-5)의 수평균 분자량은 4,676이었다.

<107> [합성에 6-우레탄아크릴레이트(A2-6)의 합성]

<108> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 348 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 폴리테트라메틸렌글리콜(분자량 650) 650 g(1몰), 디부틸주석 디아세테이트 1 g을 투입한 후 발열에 주의하면서 70℃까지 온도를 올리고, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, 이어서 HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 232 g(2몰)을 투입했다. 이 온도에서 추가로 7시간 반응을 행한 후 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 반응을 종료시켰다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A2-6)의 수평균 분자량은 1,230이었다.

<109> 2. 라디칼 중합성 올리고머(A1)의 합성

<110> [합성에 7-우레탄아크릴레이트(A1-1)의 합성]

<111> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 348 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 폴

리프로필렌글리콜 400 g(1몰, 수평균 분자량 400), 디부틸주석 디아세테이트 1 g을 투입한 후 발열에 주의하면서 70℃까지 온도를 올리고, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, 이어서 2-하이드록시프로필아크릴레이트(HPA) 260 g(2몰)을 투입하고, 이 온도에서 추가로 7시간 반응을 행하였다. 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 반응을 종료시켰다. GPC 분석의 결과, 우레탄아크릴레이트(A1-1)에는 라디칼 중합성 올리고머(A1)로서 수평균 분자량이 1,399인 TDI, 폴리프로필렌글리콜 및 HPA의 부가 산물이 93 질량%, 그밖에 TDI와 HPA의 직접 부가 산물이 7 질량% 포함되어 있었다.

<112> [합성에 8-우레탄아크릴레이트(A1-2)의 합성]

<113> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 348 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 트리프로필렌글리콜 192 g(1몰, 분자량 192), 디부틸주석 디아세테이트 1 g을 투입한 후, 발열에 주의하면서 70℃까지 온도를 올리고, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, 이어서 2-하이드록시프로필아크릴레이트 260 g(2몰)을 투입하고, 이 온도에서 추가로 7시간 반응을 행하였다. 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 반응을 종료시켰다. GPC 분석의 결과, 우레탄아크릴레이트(A1-2)에는 라디칼 중합성 올리고머(A1)로서 수평균 분자량이 1045인 TDI, 폴리프로필렌글리콜 및 HPA의 부가 산물이 90 질량%, 그밖에 TDI와 HPA의 직접 부가 산물이 10 질량% 포함되어 있었다.

<114> [합성에 9-우레탄아크릴레이트 올리고머(A1-3)의 합성]

<115> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 348 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 3-메틸-1,5-펜탄디올 118g(1몰, 분자량 118), 디부틸주석 디아세테이트 1 g을 투입한 후, 발열에 주의하면서 70℃까지 온도를 올리고, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, 이어서 2-하이드록시프로필아크릴레이트 260 g(2몰)을 투입하고, 이 온도에서 추가로 7시간 반응을 행하였다. 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 반응을 종료시켰다. GPC 분석의 결과, 우레탄아크릴레이트(A1-3)에는 라디칼 중합성 올리고머(A1)로서 수평균 분자량이 971인 TDI, 3-메틸-1,5-펜탄디올 및 HPA의 부가 산물이 94 질량%, 그밖에 TDI와 HPA의 직접 부가 산물이 6 질량% 포함되어 있었다.

<116> [합성에 10-우레탄아크릴레이트(A1-4)의 합성]

<117> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 1851 g, 디부틸주석 디라우레이트 5 g 및 2,6-디-*t*-부틸-*p*-크레졸 1.5 g을 투입했다. 이어서 수평균 분자량 360인 비스페놀A 프로필렌옥사이드 부가 산물 1951 g을 2시간에 걸쳐 60~70℃의 온도에서 첨가했다. 추가로 1시간 교반 후, HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 1234 g을 1시간에 걸쳐 적하하여 라디칼 중합성 올리고머(A1-4)를 얻었다. GPC 분석의 결과, 우레탄아크릴레이트(A1-4)에는 라디칼 중합성 올리고머(A1)로서 수평균 분자량이 1315인 TDI, 비스페놀A 프로필렌옥사이드 부가 산물 및 HEA의 부가 산물이 90 질량%, 그밖에 TDI와 HEA의 직접 부가 산물이 10 질량% 포함되어 있었다.

<118> [합성에 11-우레탄아크릴레이트(A1-5)의 합성]

<119> 교반 날개가 장착된 플라스크에 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 1851 g, 디부틸주석 디라우레이트 5 g 및 2,6-디-*t*-부틸-*p*-크레졸 1.5 g을 투입했다. 이어서 수평균 분자량 400인 비스페놀A 에틸렌옥사이드 부가 산물 2291 g을 2시간에 걸쳐 60~70℃의 온도에서 첨가했다. 추가로 1시간 교반 후, HEA(2-하이드록시에틸아크릴레이트) 1234 g을 1시간에 걸쳐 적하하여 라디칼 중합성 올리고머(A1-5)를 얻었다. GPC 분석의 결과, 우레탄아크릴레이트(A1-5)에는 라디칼 중합성 올리고머(A1)로서 수평균 분자량이 1375인 TDI, 비스페놀A 에틸렌옥사이드 부가 산물 및 HEA의 부가 산물이 90 질량%, 그밖에 TDI와 HEA의 직접 부가 산물이 10 질량% 포함되어 있었다.

<120> 3. 기타 라디칼 중합성 올리고머(A)의 합성

<121> [합성에 12-우레탄아크릴레이트 올리고머(A-X)의 합성]

<122> 교반 날개가 장착된 플라스크에 2-하이드록시프로필아크릴레이트(분자량 130) 260 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 TDI(2,4-톨릴렌다이소시아네이트) 174 g(1몰)을 발열에 주의하면서 적하하고 70℃까지 온도를 올린 후, 디부틸주석 디아세테이트 1 g, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-*t*-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 꺼내어,

라디칼 중합성 올리고머(A)로서 우레탄아크릴레이트(A-X)를 얻었다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A-X)의 수평균 분자량은 434이었다.

- <123> [합성에 13-우레탄아크릴레이트 올리고머(A-Y)의 합성]
- <124> 교반 날개가 장착된 플라스크에 2-하이드록시에틸아크릴레이트(분자량 116) 232 g(2몰)을 투입하고, 교반을 행하면서 TDI(2,4-톨릴렌디이소시아네이트) 174 g(1몰)을 발열에 주의하면서 적하하고 70℃까지 온도를 올린 후, 디부틸주석 디아세테이트 1 g, 하이드로퀴논모노메틸에테르 0.2 g 및 2,6-디-t-부틸-4-메틸페놀 1 g을 가했다. 이 온도에서 반응을 7시간 행하고, 적외선 흡수 스펙트럼으로 NCO의 흡수가 소실된 것을 확인하고 꺼내어, 라디칼 중합성 올리고머(A)로서 우레탄아크릴레이트(A-Y)를 얻었다. 합성한 우레탄아크릴레이트(A-Y)의 수평균 분자량은 406이었다.
- <125> (광섬유 피복용 수지 조성물의 조제)
- <126> 상기 합성예에서 합성한 화합물과 하기 화합물을 이용하여 표 1, 표 2에 제시된 배합비(질량부)로 가열 혼합한 후, 1 μm의 필터로 여과하여 균일한 광섬유 피복용 수지 조성물을 조제했다.
- <127> 라디칼 중합성 올리고머
- <128> A-0: 비스페놀A의 디글리시딜에테르와 아크릴산의 부가 산물
- <129> 라디칼 중합성 모노머
- <130> M-1: 이소보르닐아크릴레이트
- <131> M-2: N-비닐피롤리돈
- <132> M-3: N-비닐카프로락탐
- <133> M-4: 하이드록실프로필아크릴레이트
- <134> M-5: 트리메틸올프로판의 에틸렌옥사이드 부가 산물의 트리아크릴레이트
- <135> M-6: 노닐펜옥시에틸아크릴레이트
- <136> M-7: 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트
- <137> N-1: 디사이클로헥테닐아크릴레이트
- <138> N-2: 트리사이클로데칸디메틸올디아크릴레이트
- <139> N-3: 트리메틸올프로판트리아크릴레이트
- <140> 산화방지제
- <141> R-1: 3,9-비스[1,1-디메틸-2-[β-(3-t-부틸-4-하이드록시-5-메틸페닐)프로피오닐옥시]에틸]-2,4,8,10-테트라옥사스피로[5,5]운데칸
- <142> R-2: 티오디에틸렌비스[3-(3,5-디-t-부틸-4-하이드록시페닐)프로피오네이트]
- <143> 광 안정제
- <144> N-1: 비스(2,2,6,6-테트라메틸-4-피페리딜)세바케이트
- <145> 광중합 개시제
- <146> I-1: 비스(2,6-디메톡시벤조일)-2,4,4-트리메틸펜틸포스핀옥사이드
- <147> I-2: 1-하이드록시사이클로헥실페닐케톤
- <148> I-3: 2,2-디메톡시-2-페닐아세토페논
- <149> I-4: 3,6-비스(2-메틸-2-모르폴리노프로피오닐)-9-n-옥틸카르바졸
- <150> I-5: 2,4,6-트리메틸벤조일디페닐포스핀옥사이드
- <151> I-6: 2-메틸-1-[4-(메틸티오)페닐]-2-모르폴리노프로판-1

- <152> I-7: 벤조페논
- <153> S-1: 폴리에테르 변성 폴리디메틸실록산
- <154> (경화 도막의 제조)
- <155> 표 1에 따라 조제된 광섬유 피복용 수지 조성물을 유리판에 도포하고, 메탈 할라이드 램프를 이용하여 질소 분위기 하에서 0.5 J/cm²의 자외선을 조사하여 막 두께가 150 μm인 경화 도막을 얻었다.
- <156> (경화 도막의 평가)
- <157> 각 경화 도막을 이하의 시험 방법을 이용하여 평가했다.
- <158> (경화 도막에 대한 영률 측정법)
- <159> 얻어진 경화 도막을 JIS K 7113에 따라 2호 시험편을 사용하여 영률(인장 계수)(2.5%)을 측정했다. 단, 인장 속도는 1 mm/분으로 측정했다. 측정 조건은 23℃, 50%RH였다.
- <160> (1) 경화 도막의 제조 방법: 조제된 광섬유 피복용 수지 조성물을 유리판에 도포하고, 메탈 할라이드 램프를 이용하여 질소 분위기 하에서 0.5 J/cm²의 자외선을 조사하여 막 두께가 150 μm인 경화 도막을 얻었다.
- <161> (2) 시험편 형상: JIS K 7113의 2호 시험편의 형상을 가진 덤벨 커터(dumbbell cutter)를 이용하여 각각의 경화 도막을 펀칭하였다. 표선(標線) 외측의 경화 도막의 표리에 가로세로 2 cm 두께 1.2 mm의 금속편을 시아노아크릴레이트 접착제로 접합하여 시험편을 완성했다.
- <162> (3) 측정 기기: 시마즈세이사쿠쇼제 인장 시험기, Autograph AGS-100G형
- <163> (4) 인장 속도: 1 mm/분
- <164> (5) 측정 조건 분위기: 23℃, 50%RH
- <165> (경화 도막의 인장 파괴 연신의 측정법)
- <166> (1) 경화 도막의 제조 방법: 조제된 광섬유 피복용 수지 조성물을 유리판에 도포하고, 메탈 할라이드 램프를 이용하여 질소 분위기 하에서 0.5 J/cm²의 자외선을 조사하여 막 두께가 150 μm인 경화 도막을 얻었다.
- <167> (2) 시험편 형상과 방법: JIS K 7113의 2호 시험편 형상을 갖는 덤벨 커터를 이용하여 경화 도막을 펀칭한 다음, JIS K 7113의 방법에 따라 시험편을 제조했다.
- <168> (3) 측정 기기: 시마즈세이사쿠쇼제 인장시험기, Autograph AGS-100G형
- <169> (4) 인장 속도: 1 mm/분
- <170> (5) 측정 조건 분위기: 23℃, 50%RH
- <171> 또한, 표 1 및 표 2에는 인장 파괴 연신의 수치에 부가하여 인장 파괴 연신이 30% 미만인 경우를 ×, 30% 이상 40% 미만인 경우를 △, 40% 이상 50% 미만인 경우를 ○, 50% 이상인 경우를 ◎로 표시했다.
- <172> (경화물의 노치 내성의 측정법)
- <173> (1) 경화 도막의 제조 방법: 조제된 광섬유 피복용 수지 조성물을 유리판에 도포하고, 메탈 할라이드 램프를 이용하여 질소 분위기 하에서 0.5 J/cm²의 자외선을 조사하여 막 두께가 150 μm인 경화 도막을 얻었다.
- <174> (2) 시험편과 시험 방법: JIS K 6252-1993의 크레센트형 덤벨 커터로 천공하여 시험편으로 만들었다. 이 시험편을 이용하여 JIS K 6252-1993의 방법에 따라 측정했다. 크레센트형 시험편에는 시험편의 오목부 중앙에 시험편의 주축과 직각 방향으로 길이 1.0±0.2 mm의 컷(노치)을 새겼다. 컷은 예리한 커터로 시험편의 두께 방향에 대해 평행으로(시험편 상하면에 대해서는 수직으로) 새겼다.
- <175> (3) 측정 기종: 시마즈세이사쿠쇼제 인장 시험기, Autograph AGS-100G형
- <176> (4) 인장 속도: 50 mm/분
- <177> (5) 측정 조건: 23℃, 50%RH
- <178> 또한, 표 1 및 표 2에는 노치 내성의 수치에 부가하여 노치 내성이 4.3(kgf/mm) 미만인 경우를 ×, 4.3~

4.5(kgf/mm)의 경우를 △, 4.5~4.8(kgf/mm)의 경우를 ○, 4.8(kgf/mm) 이상인 경우를 ◎로 표시했다.

<179> (평가 결과)

<180> 평가 결과는 표 1, 표 2에 나타낸다.

<181> [표 1]

		실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	실시예 7
라디칼중합성올리고머(A)	A2-1	12	20	30			6	12
	A2-2				45	40		
	A2-3	7					14	
	A2-4							
	A2-5							
	A2-6							
	A-X						18.8	
	A-Y							
	A-O							
	A1-1	42.4						21.6
	A1-2		36	28	16		17.2	18.4
	A1-3					20		
	A1-4							
	A1-5							
라디칼 중합성 모노머(B)	M-1	16.2	14.6	7	8	9	9.9	15.6
	M-2	10	10				10	10
	M-3			14	14	14		
	M-4							
	M-5			12	12	12		
	M-6	8	15				16	18
	M-7			5			2	
	N-1							
	N-2							
	N-3							
광중합 개시제	I-1			0.5				
	I-2	1		3		3	1	
	I-3				3			3
	I-4		0.5					
	I-5	1			1	1	1	
	I-6			0.5				
	I-7							
산화방지제	R-1	0.5	0.5				0.5	0.5
	R-2							
광안정제	N-1			0.1	0.1	0.1		
실리콘오일	S-1			0.1	0.1	0.1		
라디칼 중합성 올리고머(A1)의 양		39.4	32.4	25.2	14.4	18.8	16	36.6
라디칼 중합성 올리고머(A)의 합계		61.4	56	58	61	60	56	52
(A1)/(A)		0.64	0.58	0.43	0.24	0.31	0.29	0.70
우레탄 결합농도(mol/kg)		1.94	2.18	1.86	1.96	2.13	1.95	1.98
영률(MPa)		620	820	660	710	870	1100	750
인장파괴연신(%)		◎ 78%	◎ 78%	◎ 52%	◎ 58%	◎ 54%	○ 47%	◎ 78%
노치 내성(kgf/mm)		◎ 5.3	◎ 8.8	◎ 4.8	◎ 5.9	◎ 6.9	◎ 5.3	◎10.0

<183> [표 2]

<184>

		비교예 1	비교예 2	비교예 3	비교예 4	비교예 5	비교예 6
라디칼중합성올리고머(A)	A2-1						20
	A2-2						
	A2-3			25	25		
	A2-4	34					
	A2-5		45				
	A2-6					12	
	A-X			37.6			
	A-Y	6	10			22.3	10
	A-O	7					
	A1-1						
A1-2				15			
A1-3							
A1-4	20.8						
A1-5					14.7	30	
라디칼 중합성 모노머(B)	M-1	7		13	16.8	11.6	14.6
	M-2	8	6	10	10	6.3	10
	M-3						
	M-4						
	M-5				18.8		
	M-6			10	10		
	M-7						
	N-1		16				
	N-2	17.2	20			31.3	
	N-3						11
광중합 개시제	I-1						
	I-2		3	1	1		
	I-3	3					
	I-4						
	I-5			1	1	1.3	1
	I-6						
	I-7					0.3	
산화방지제	R-1			0.5	0.5		0.5
	R-2					0.3	
광안정제	N-1						
실리콘 오일	S-1						
라디칼 중합성 올리고머 (A1)의 양		18.7	0	0	13.5	13.2	27
라디칼 중합성 올리고머 (A)의 합계		67.8	55	62.6	40	49	60
(A1)/(A)		0.28	0.00	0.00	0.34	0.27	0.45
우레탄 결합농도(mol/kg)		1.64	0.88	1.88	1.08	2.08	2.08
영률(MPa)		600	610	680	600	1800	740
인장파괴연신(%)		◎ 54%	◎ 60%	○ 45%	○ 48%	× 12%	○ 45%
노치 내성(kgf/mm)		× 4.0	× 3.6	× 3.3	× 3.1	◎13.0	△ 4.2

- <185> * 표 1, 표 2에서 각 화합물의 배합량은 질량부이다.
- <186> "라디칼 중합성 올리고머(A1)의 양"은 (A1-1)~(A1-5)의 배합량에 각 합성에 중에 기재된 (A1)의 함유 비율을 곱한 값의 합계.
- <187> * 표 1, 표 2에 기재된 우레탄 결합 농도의 계산예를 이하에 제시한다.
- <188> 실시예 1에서의 계산예
- <189> (1) 올리고머(A2-1)는 PPG2000(수평균 분자량 2,000) 1몰/TDI(분자량 174) 2몰/HEA(분자량 116) 2몰이 부가 반응한 것이므로, 이들이 화학 양론적으로 반응한 경우에 생성하는 우레탄 결합의 양은 4몰이고, 올리고머(A2-1)의 분자량은 하기 계산식으로부터 구해지는 값이다.
- <190> 분자량 = $2000 \times 1 + 174 \times 2 + 116 \times 2 = 2580$
- <191> 따라서, 올리고머(A2-1) 1kg 중에 포함되는 우레탄 결합의 농도는
- <192> 우레탄 결합 농도 = $4 \div 2580 \times 1000 = 1.550 \text{ mol/kg}$ 이다.
- <193> (2) 올리고머(A2-3)는 PPG8000(수평균 분자량 8,000) 1몰/TDI(분자량 174) 2몰/HEA(분자량 116) 2몰이 부가 반응한 것이므로, (1)과 동일하게 올리고머(A2-3) 1kg 중에 포함되는 우레탄 결합의 농도를 구하면,
- <194> 우레탄 결합 농도 = $4 \div (8000 + 174 \times 2 + 116 \times 2) \times 1000 = 0.466 \text{ mol/kg}$
- <195> 이 된다.
- <196> (3) 올리고머(A1-1)는 PPG400(수평균 분자량 400) 1몰/TDI(분자량 174) 2몰/HEA(분자량 130) 2몰이 부가 반응한 것이므로, (1)과 동일하게 올리고머(A1-1) 1kg 중에 포함되는 우레탄 결합의 농도를 구하면,
- <197> 우레탄 결합 농도 = $4 \div (400 + 174 \times 2 + 130 \times 2) \times 1000 = 3.968 \text{ mol/kg}$
- <198> 이 된다.
- <199> (4) 실시예 1의 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합 농도를 이상에서 구한 올리고머의 우레탄 결합 농도와 그것들의 배합량으로부터 구하면,
- <200> $(1.550 \times 12 + 0.466 \times 7 + 3.968 \times 42.4) \div 98.1 = 1.94 \text{ mol/kg}$
- <201> 이 된다.
- <202> 또한, 배합물의 총량은,
- <203> 올리고머A2-1(12부) + 올리고머A2-3(7부) + 올리고머A1-1(42.4부) + 모노머(16.2부 + 10부 + 8부) + 첨가제(1부 + 1부 + 0.5부) = 합계 98.1부이다.
- <204> 이하 동일한 방식으로 실시예 2 내지 실시예 7, 비교예 1 내지 비교예 5의 광섬유 피복용 수지 조성물 중의 우레탄 결합 농도를 계산했다.
- <205> (유닛의 제조 및 해체성의 평가)
- <206> 광섬유 소재선 및 광섬유 유닛의 제조 및 평가
- <207> 1차 피복용으로서 우레탄아크릴레이트계 광경화형 수지 조성물을 피복하고, 2차 피복용으로서 실시예 1의 광섬유 피복용 수지 조성물을 피복하여, 외경 240 μm 의 광섬유를 제조했다. 이어서 이 광섬유 소재선의 외주에 두께가 약 5 μm 인 우레탄아크릴레이트계 광경화형 수지로 이루어지는 착색층을 피복하여 외경 250 μm 의 착색된 광섬유를 제조했다. 또한, 이들 착색된 광섬유 4가닥을 나란히 정렬하고, 실시예 2 내지 실시예 7 및 비교예 5의 광섬유 피복용 수지 조성물을 피복하여 일체화시킨 4개의 광섬유 테이프(유닛)를 만들고, 이들 유닛의 분리성(해체성)을 평가했다. 그 결과, 실시예 2 내지 실시예 7의 수지 조성물을 피복한 경우, 테이프층이 도중에 갈라지지 않고, 길이 방향에 걸쳐 피복을 제거할 수 있었다. 비교예 5의 수지 조성물을 피복한 경우는 피복 제거시에 테이프층이 도중에 갈라져서 길이 방향에 걸쳐 피복을 제거할 수 없었다. 그 결과를 표 3에 나타낸다. 해체성이 양호한 것으로 평가된 조성물을 ○, 해체성이 불량한 조성물을 ×로 기록하였다.
- <208> 유닛을 제조할 때 사용한 1차 피복재 및 착색제는 이하와 같다.
- <209> 1차 피복재: 평균 분자량 4,000의 폴리에테르폴리올을 출발 원료로 하는 우레탄아크릴레이트를 주성분으로

하고, 광 개시제를 함유하는 수지 조성물.

<210> 착색제: 비스페놀A를 주골격으로 하는 에폭시아크릴레이트를 주성분으로 하고, 광 개시제와 프탈로시아닌, 산화 티탄 등의 안료(6 중량% 함유)와 실리콘계 이형제를 함유하는 수지 조성물.

<211> [표 3]

<212> 유닛총용 수지 조성물	실시예 2 ~ 실시예 7	비교예 5
2차 피복용 수지 조성물	실시예 1	
해체성의 평가	○	×

발명의 효과

<213> 본 발명의 광섬유용 수지 조성물에 의하면, 노치가 형성된 경우의 노치 내성이 우수하고, 또한 해체 시의 작업성을 동시에 만족시키는 우수한 수지 조성물을 얻을 수 있다.