

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
G02B 6/36

(45) 공고일자 2002년01월12일

(11) 등록번호 10-0317080

(24) 등록일자 2001년11월28일

(21) 출원번호	10-1998-0709940	(65) 공개번호	특2000-0016366
(22) 출원일자	1998년12월04일	(43) 공개일자	2000년03월25일
번역문제출일자	1998년12월04일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1998/00381	(87) 국제공개번호	WO 1998/45739
(86) 국제출원일자	1998년01월30일	(87) 국제공개일자	1998년10월15일
(81) 지정국	국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 일본 대한민국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈		

(30) 우선권 주장 97-88356 1997년04월07일 일본(JP)

(73) 특허권자 닛뵙덴싱덴와 가부시끼가이샤 미야즈 준이찌로
일본국 도쿄도 신주꾸쿠 니시신주쿠 3쵸메 19반 2고닛뵙덴끼 가부시끼가이샤 가네꼬 히사시
일본 도오쿄도 미나또꾸 시바 5쵸메 7방 1고닛뵙 덴끼가라스 가부시끼가이샤
일본 시가켄 오쓰시 세이란 2쵸메 7방 1고
(72) 발명자 미따찌 세이코
일본 도오쿄도 신주꾸쿠 니시신주쿠 3쵸메 20방 2고 닛뵙 덴싱덴와 가부시끼가이샤 나이
나가세 료
일본 도오쿄도 신주꾸쿠 니시신주쿠 3쵸메 20방 2고 닛뵙 덴싱덴와 가부시끼가이샤 나이
다께우찌 요시아끼
일본 도오쿄도 신주꾸쿠 니시신주쿠 3쵸메 20방 2고 닛뵙 덴싱덴와 가부시끼가이샤 나이
다나베 다카시
일본 도오쿄도 미나또꾸 시바 5쵸메 7방 1고 닛뵙덴끼 가부시끼가이샤나이
사가모도 야끼히코
일본 시가켄 오쓰시 세이란 2쵸메 7방 1고 닛뵙덴끼가라스가부시끼가이샤 나이
다께우찌 히로카즈
일본 시가켄 오쓰시 세이란 2쵸메 7방 1고 닛뵙덴끼가라스가부시끼가이샤 나이
니노미야 마사유키
일본 시가켄 오쓰시 세이란 2쵸메 7방 1고 닛뵙덴끼가라스가부시끼가이샤 나이
이나다 가쓰미
일본 시가켄 오쓰시 세이란 2쵸메 7방 1고 닛뵙덴끼가라스가부시끼가이샤 나이
(74) 대리인 조영원, 특허법인코리아나

심사관 : 이영수

(54) 광섬유커넥터용페룰

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 광섬유를 접속하는 광섬유 커넥터에 사용되는 광섬유 커넥터용 페룰(ferrule)에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

<2> 도 1 은 본 발명의 실시예에 의한 페룰을 나타내는 단면도이다.

<3> 도 2 는 도 1 의 페룰 외경에 대한 광섬유의 코어의 편심 (偏心) 량 분포를 나타내는 그래프이다.

<4> 도 3 은 도 1 의 페룰을 사용한 경우 접속손실의 분포를 나타내는 그래프이다.

배경기술

<5> 광 통신에 사용되는 페룰은 광섬유 커넥터의 중요 부품이다. 이 페룰은 석영 유리제 광섬유가 삽입되는 관통구멍을 갖는 원통형 부품이다. 광섬유 끼리의 접속은, 페룰의 관통구멍에 광섬유를 삽입 고정시켜 선단을 연마한 후, 슬리브라는 외통관에 삽입하고 다른 페룰과 맞춰봄으로써 행해진다. 따라서, 페룰에는 우수한 치수정밀도를 갖는 것은 물론이지만, 이밖에도 기계적 강도가 높은 것, 슬리브에서 삽입 발출시 마찰을 견뎌내는 높은 내마모성을 갖는 것, 선단을 연마할 때에 광섬유와의 피연마량이 많이 상이하지 않도록 석영 유리에 가까운 피연마 특성을 나타내는 것, 그리고 열팽창 계수가 석영 유리에 가까운 것 등의 재질특성이 요구된다. 이들의 재질특성을 만족시키면서 저렴하게 제조할 수 있는 페룰을 제공하는 것이 광 통신망을 정비하는데에 급선무가 되고 있다.

<6> 현재, 페룰로서는 지르코니아, 알루미늄 등 세라믹스제나 비정질(非晶質) 유리제가 사용되고 있다. 이들 중에서 세라믹스제 페룰은, 기계적 강도나 내마모성 면에서는 우수하지만, 피연마속도가 석영 섬유에 비해 현저히 작아서 특수한 연마방법을 채택해야하는 것, 열팽창 계수가 광섬유에 비해 매우 커서 온도변화에 따른 양자의 치수변화에 의해 초기의 접속손실이 열화(劣化)되기 쉬운 것, 그리고 성형성이나 가공성이 나빠서 생산효율이 낮고 비용이 비싸다는 결점을 갖고 있다.

<7> 반면에, 비정질 유리제 페룰은, 피연마속도가 석영 섬유에 매우 가까워서 특수한 연마방법을 채택할 필요가 없으며, 연마비용을 절감할 수 있는 것, 성형성이나 가공성이 양호하고 저렴한 생산이 가능하다는 등의 우수한 점을 가지지만, 기계적 강도나 내마모성이 불충분하다는 결점이 있다.

<8> 또, 결정화 유리를 사용한 페룰도 제안되고 있다. 예컨대, 일본 특허공보 소63-500684 호에는 페룰재(材)에 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 계 결정화 유리를 사용하는 기술이 기재되어 있다. 이 기술로는 열팽창 계수가 석영섬유에 가까운 페룰을 얻을 수 있지만, 내마모성, 피연마 특성 및 가공성 등에 대해서는 고려되어 있지 않으며, 이들 특성에 대해 아무런 지견(知見)을 주는 것은 아니다. 또한, 일본 공개특허공보 평1-288803 호에는 $\text{P}_2\text{O}_5-\text{CaO}$ 계 결정화 유리로 이루어진 접속부품이 개시되어 있다. 이 기술에 의하면 가공성이 좋은 페룰재를 얻을 수 있지만, 내마모성, 기계적 강도 등에 대해서는 고려되어 있지 않다. 또, 관통구멍을 얻기 위해 레이저를 사용하는 등 비용상승 요인을 포함하고 있다.

<9> 이와같이 광섬유 커넥터용으로 요구되는 요건을 모두 만족시키는 페룰이 존재하지 않는 것이 현 상황이다.

<10> 그런데, 일반적으로 결정화 유리는, 석출 결정과 유리 매트릭스와의 계면에서의 균열(crack) 굴절이나 분지 등에 의한 에너지 흡수효과에 따라 비정질 유리보다도 높은 강도를 갖는다. 또, 결정화함으로써 내마모성을 향상시키거나 열팽창 계수가 작은 재료를 얻을 수도 있다. 또한, 결정화 유리는 비정질 유리와 동일한 방법으로 양산에 적합한 성형성을 갖는다는 장점이 있다.

<11> 따라서, 결정화 유리를 사용하면, 종래의 페룰 재료에는 없었던 우수한 특성을 지니며 또한 저렴하게 제조할 수 있는 페룰을 제공할 수 있는 가능성이 있다.

<12> 그러나, 상술한 바와 같은 결정화 유리의 우수한 특징은, 석출 결정의 종류, 크기, 양에 따라 현저히 변화하고 부적절한 결정화 상태에서는 역으로 페룰에 필요한 특성을 얻을 수 없다.

<13> 그래서, 본 발명의 한가지 목적은 기계적 강도나 내마모성이 우수한 광섬유 커넥터용 페룰을 제공하는 데에 있다.

<14> 또, 본 발명의 다른 한가지 목적은 광섬유에 가까운 열팽창 계수와 피연마 특성을 갖는 광섬유 커넥터용 페룰을 제공하는 데에 있다.

<15> 또한, 본 발명의 또다른 한가지 목적은 단일 모드 광섬유의 접속에 사용되는 지르코니아제 페룰과 동등한 치수정밀도를 갖는 광섬유 커넥터용 페룰을 제공하는 데에 있다.

<16> 그리고, 본 발명의 다른 목적은 지르코니아제 페룰보다 저렴하게 제조할 수 있는 광섬유 커넥터용 페룰을 제공하는 데에 있다.

발명의 상세한 설명

<17> 발명의 개시

<18> 본 발명자들은 여러 가지 연구를 행한 결과 어떤 특정한 조성과 성질을 갖는 결정화 유리를 사용함으로써, 요구되는 재질특성을 모두 만족시키면서 저렴하게 제조할 수 있는 페룰을 얻을 수 있다는 것을 발견하였다.

<19> 즉, 본 발명의 광섬유 커넥터용 페룰은, 중량백분율로 SiO_2 60~70 %, Al_2O_3 16~25 %, Li_2O 1.5~3 %, MgO 0.5~2.5 %, TiO_2 1.3~4.5 %, ZrO_2 0.5~3 %, $\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$ 2~6.5 %, K_2O 1~5.5 %, ZnO 0~7 %, BaO 0~3 % 의 조성을 가지며, 평균 입경이 2 μm 이하인 β -스포듀멘(spodumene) 고용체 또는 β -석영고용체를 30 ~ 70 체적% 석출하여 이루어지고, 굽힘(bending)강도가 200 MPa 이상이며, -50~150 $^{\circ}\text{C}$ 에서의 열팽창 계수가 $-10 \sim 50 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 범위에 있는 결정화 유리로 이루어진 것을 특징으로 한다.

<20> 본 발명의 실시예를 서술하기 전에 본 발명의 페룰재료를 상기와 같이 한정된 이유에 대해 서술

한다.

- <21> 본 발명의 페룰에 있어서, 사용하는 결정화 유리의 석출 결정량은 30 ~ 70 체적%, 바람직하게는 35 ~ 60 체적% 이다. 석출 결정량은 열팽창 계수나 기계적 강도에도 영향을 미치지만, 특히 내마모성, 피연마 특성 및 성형성에 현저한 영향을 미친다. 즉, 결정 석출량이 30 체적% 미만이면, 내마모성이 불충해져 지르코니아계 슬리브에 대해 반복 삼입 발출을 행한 경우에 페룰에 손상이 발생하며 초기의 접속 특성을 유지할 수 없게된다. 반면에, 30 체적% 이상의 양의 결정이 석출되는 경우에는, 내마모성은 현저히 향상되어 수백회에 미치는 삼입 발출이라도 손상이 발생하지 않는다. 그런데, 필요이상으로 다량의 결정이 석출되면 피연마 특성이나 성형성을 악화시키게 된다. 즉, 70 체적% 보다 많은 결정이 석출되면 피연마속도가 석영 유리에 비해 작아져 양자의 피연마속도의 차이를 경감시키는 특수한 연마방법을 필요로하기 때문에 비용이 비싸진다. 또, 그와같이 결정성이 강한 유리는 성형시에 잘 불투명해져(失透) 효율높은 생산을 할 수 없다.
- <22> 그리고, 석영 유리제 광섬유의 열팽창 계수는 $5.5 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ ($-50 \sim 150 ^\circ\text{C}$) 로 일반적인 세라믹이나 비정질 유리에 비해 현저히 작기 때문에, 기존의 페룰을 사용하면 온도변화에 따라 양자의 치수가 변화하며 초기의 접속 특성이 열화되기 쉽다. 반면에, β -스포듀멘 고용체 또는 β -석영고용체는 매우 작은 열팽창율계수를 가지므로, 이들 결정을 주결정으로 하는 결정화 유리로 제작한 본 발명의 페룰은 열팽창 계수가 작아 상기 문제를 극복 혹은 경감시킬 수 있다.
- <23> 열팽창 계수는, 결정 석출량에 따라 변화하고 결정량이 30 ~ 70 체적% 에서는 $-10 \sim 50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ ($-50 \sim 150 ^\circ\text{C}$) 범위가 된다. 이 범위라면 페룰 용도로서 사용할 수 있지만, 특히 $-5 \sim 35 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 의 열팽창 계수를 갖도록 조정하는 것이 바람직하다.
- <24> 또, 본 발명에서 결정화 유리의 석출 결정의 평균입경은 $2 \mu\text{m}$ 이하, 바람직하게는 $1 \mu\text{m}$ 이하이다. 평균입경이 $2 \mu\text{m}$ 이하이면 200 MPa 이상의 굽힘강도를 얻을 수 있으며 또 페룰로서 충분한 내마모성을 갖는 결정화 유리가 된다.
- <25> 또한, 페룰의 기계적 강도에 관해서는, JIS C5415 에 의한 동일 축 커넥터의 인장강도의 규격치인 5 kg 의 항절 (抗折) 력을 확보하는 데에는, 페룰의 굽힘강도가 200 MPa 이상 필요한 것으로 계산되며, 바람직하게는 250 MPa 이상 필요하다. 그리고 결정의 평균입경이 $2 \mu\text{m}$ 이하이면 충분히 높은 기계적 강도를 얻을 수 있으며, 이와같은 요구를 만족시킬 수 있다. 그러나, 평균입경이 너무 커지면, 결정과 유리 매트릭스의 열팽창 차이로 양자의 계면에서의 열응력이 커지고 미세 균열이 생겨 기계적 강도가 저하된다. 또한, 평균입경이 너무 커지면 내마모성이 열화해 버린다.
- <26> 이어서, 본 발명의 페룰에 사용한 결정화 유리의 조성범위를 상기와 같이 한정한 이유에 대해 서술한다.
- <27> SiO_2 는 유리의 주된 구성성분인 동시에 결정성분이기도 하며, 그 함유율은 60 ~ 70 %, 바람직하게는 62.3 ~ 67.5 % 이다. SiO_2 가 60 % 보다 적으면 결정이 조대 (粗大) 화되고 70 % 보다 많으면 유리 용융시에 용융액의 점성이 높아져 불균질한 유리가 되어 버린다.
- <28> Al_2O_3 도 마찬가지로 결정을 구성하는 성분으로, 그 함유율은 16~25 %, 바람직하게는 17 ~ 22 % 이다. Al_2O_3 가 상기 범위 외이면 석출 결정이 조대화되고 또 25 % 보다 많으면 유리 용융시에 잘 불투명해진다.
- <29> Li_2O 도 결정 구성성분으로, 그 함유율은 1.5~3 %, 바람직하게는 2 ~ 2.8 % 이다. Li_2O 의 함유량이 1.5 % 보다 적으면 원하는 결정이 석출되기 어려워지고 내마모성이 현저히 저하됨과 동시에 기계적 강도 또는 열팽창특성도 열화된다. 또한, 3 % 보다 많으면 결정 석출량이 70 체적% 를 초과하므로 피연마 특성이 열화됨과 동시에 결정이 조대화된다.
- <30> MgO 는 유리의 용융을 촉진함과 동시에 결정을 구성하는 성분으로, 그 함유량은 0.5~2.5 %, 바람직하게는 0.5 ~ 2 % 이다. MgO 의 함유량이 0.5 % 보다 적으면 이종 (異種) 결정이 석출되어 주결정량이 감소하기 쉽게 되고, 2.5 % 보다 많아지면 결정 석출량이 너무 많아지는 동시에 결정이 조대화된다.
- <31> TiO_2 는 유리를 결정화시킬 때에 핵(核)형성제로서 작용하는 필수 성분으로, 함유량은 1.3~4.5 %, 바람직하게는 1.5 ~ 3.8 % 이다. TiO_2 의 함유량이 1.3 % 보다 적으면 균일한 구조의 결정화 유리를 얻을 수 없게 되고 4.5 % 보다 많으면 유리 용융시에 불투명해진다.
- <32> ZrO_2 도 TiO_2 와 마찬가지로 핵형성제로서 작용하는 성분으로, 함유량은 0.5~3 %, 바람직하게는 0.5 ~ 2.5 % 이다. ZrO_2 의 함유량이 0.5 % 보다 적으면 원하는 사이즈의 결정을 얻은 것이 어려워지고, 3 % 를 초과하면 유리 용액이 잘 불투명해지는 동시에 석출 결정이 조대화된다.
- <33> 또, TiO_2 와 ZrO_2 의 합계량은 2~6.5 %, 바람직하게는 2.5 ~ 6 % 범위가 되어야한다. 이들 성분의 합계량이 2 % 보다 적으면 핵형성이 불충분해져 이종결정이 잘 석출됨과 동시에 결정이 조대화되고, 6.5 % 보다 많아지면 유리 용액이 현저히 잘 불투명해진다.
- <34> K_2O 는 이종결정의 석출을 억제하며, 주결정의 양을 제어하기 위해 사용되며, 그 함유량은 1 ~ 5.5 %, 바람직하게는 1.5 ~ 4.8 % 이다. K_2O 의 함유량이 1 % 보다 적으면 이종결정이 석출되어 원하는 특성을 얻을 수 없게 되거나 결정량이 많아져 피연마성이 열화한다. 한편, 5.5 % 보다 많으면 결정량이 적어져 내마모성이 현저히 저하된다.
- <35> ZnO 는 유리 용융을 촉진시킴과 동시에 균일성을 높이는 성분으로, 그 함유량은 0 ~ 7 %, 바람

직하게는 1 ~ 5 % 이다. ZnO 의 함유량이 7 % 보다 많아지면 이중결정이 석출되어 열팽창 계수가 너무 커진다.

<36> BaO 도 ZnO 와 마찬가지로 유리 용융을 촉진시킴과 동시에 균일성을 높이는 성분으로, 그 함유량은 0 ~ 3 %, 바람직하게는 0.5 ~ 2.5 % 이다. BaO 의 함유량이 3 % 보다 많아지면 이중결정이 석출되기 쉬워진다.

<37> 상기 성분 이외에도 유리 용융을 용이하게 하거나 수득된 결정화 유리의 열팽창 계수를 조정하는 목적에서 SrO, CaO, Na₂O, Bi₂O₃, B₂O₃, PbO 에서 선택된 성분을 합계량으로 10 % 까지, 결정량이나 결정 입경을 조정하기 위해 P₂O₅ 를 5 % 까지 첨가할 수 있다. 또, 유리 용융시 청징(淸澄)제로서 As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂ 등을 각각 2.5 % 까지 바람직하게는 각각 1.5 % 까지 첨가할 수 있다.

<38> 또한, 본 발명에서는 페룰 표면에 압축 응력층을 형성해 둠으로써 굽힘강도를 대폭 향상시킬 수 있다.

<39> 압축 응력층은 예컨대 아래 방법으로 형성할 수 있다.

<40> ① 표면의 Li 이온을 이보다 이온 반경이 큰 이온으로 치환 (이온교환) 한다.

<41> ② 결정화 유리의 변형점 이상의 온도에서 변형점 이하의 온도로 급냉시킨다.

<42> ③ 석출 결정의 종류나 양을 조정하여 페룰의 내부보다도 표면의 열팽창 계수를 작게 한 후 냉각시킨다.

실시예

<43> 그럼, 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.

<44> 표 1 내지 표 3 은 본 발명의 실시예 (시료 No.1 ~ 8) 및 비교예 (시료 No. 9 ~ 13) 을 각각 나타내고 있다.

<45> 시료 No.1 ~ 11 은 다음과 같이 해서 제작하였다. 먼저, 표에 나타낸 조성을 얻을 수 있도록 적절하게 선택된 유리 원료를 혼합하고 1650 °C 에서 24 hr 용융한 유리를 직경 60 mm, 깊이 1 m 의 카아본 형틀 속으로 붓고 그 후 서서히 냉각시켰다. 수득된 유리를 최고온도 1100 °C 에서 결정화시킨 후 관통 구멍을 갖는 결정화 유리 모재를 제작하였다. 또한, 수득된 결정화 유리 모재의 표면을 연삭(研削)하여 진원도(眞圓度)를 조정한 후, 가열 연신 가공함으로써 도 1 에 나타낸 바와 같은 관통구멍 (10) 을 가지며 직경 2.5 mm, 길이 10.5 mm 의 광섬유 커넥터용 페룰 (1) 을 수득하였다. 또, 시료 No.3, 4, 8 및 11 에 대해서는 그 표면에 이온교환처리를 행하고, 시료 No.2, 6 및 7 에 대해서는 급냉 처리로 각각 압축 응력층을 형성시켰다. 또한, 이온교환처리는 400 °C 로 유지한 KNO₃ 의 용융염중에 시료를 침지하고 10 시간 유지하며 결정화 유리 중의 Li 이온을 K 이온으로 치환함으로써 행하였다. 급냉처리는 300 °C/분 속도로 페룰을 1000 °C 에서 100 °C 로 냉각시킴으로써 행하였다.

<46> 시료 No.12 및 13 에는 현재 사용되고 있는 지르코니아제 페룰 및 비정질 유리제 페룰을 각각 사용하였다.

<47> 이와 같이 하여 수득된 각 시료에 대해 석출 결정, 결정의 평균입경, 결정량, 굽힘강도, 열팽창 계수, 내마모성 및 피연마 특성을 평가하였다. 또, 내마모성 이외의 평가는 측정하는데에 적합한 형상으로 페룰재를 가공하여 행하였다. 결과를 각 표에 나타낸다.

<48> 하기 표에서 알 수 있듯이 본 발명의 실시예인 시료 No.1 ~ 8 은, 모두 200 MPa 이상의 높은 굽힘강도와 수 100 회의 삽입 발출에 견뎌내는 내마모성을 가지며 종래의 비정질 유리제 페룰 (시료 No.13) 에 비해 매우 성능이 향상되어 있다.

[표 1]

<49>

	시료 No.	1	2	3	4	5
유 리 조 성 중 량 %	SiO ₂	62.3	64.0	65.5	67.5	61.8
	Al ₂ O ₃	21.2	18.3	18.2	17.3	22.0
	Li ₂ O	2.8	2.3	2.3	2.3	2.0
	MgO	1.0	1.0	1.0	0.7	1.8
	TiO ₂	1.8	1.8	3.0	3.1	3.8
	ZrO ₂	1.8	1.8	1.8	1.0	0.5
		1.5	3.4	3.4	3.4	2.3
	K ₂ O	5.0	3.1	3.1	1.3	1.0
	ZnO	1.6	2.5	1.0	0.5	0.5
	BaO	-	-	-	1.5	-
	SrO	0.6	1.0	-	-	-
	CaO	-	-	-	0.1	-
	P ₂ O ₅	-	-	-	0.5	-
	Na ₂ O	-	-	-	-	1.5
	Bi ₂ O ₃	-	-	-	-	0.5
	B ₂ O ₃	-	-	-	-	1.5
		0.4	0.8	0.7	-	-
	PbO	-	-	-	0.8	-
	As ₂ O ₃	-	-	-	-	0.8
	Sb ₂ O ₃					
	SnO ₂					
압축 응력충의 유무		무	유	유	유	무
석출결정의 종류		S	S	S	Q	Q
결정 평균입경 (μm)		2.0	1.5	0.5	0.2	0.3
결정량 (체적%)		65	55	40	50	50
굽힘강도 (MPa)		300	500	550	500	280
열팽창계수 (× 10 ⁻⁷ / °C)		20	22	30	10	15
내마모성 (회)		> 500	350	> 500	400	300
피연마량 차 (μm)		5	4	2	2	2

[표 2]

<50>

	시료 No.	6	7	8	9	10
유 리 조 성 중 량 %	SiO ₂	66.4	64.2	65.3	71.0	60.0
	Al ₂ O ₃	19.2	18.2	18.2	13.0	25.0
	Li ₂ O	2.3	2.5	2.4	4.5	4.2
	MgO	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5
	TiO ₂	3.0	3.4	3.2	2.0	3.9
	ZrO ₂	1.8	2.0	1.8	1.8	1.0
	K ₂ O	1.5	3.0	3.0	2.0	-
	ZnO	1.1	3.6	3.2	2.0	-
	BaO	1.0	1.3	1.3	1.9	2.0
	SrO	-	-	-	-	1.0
	CaO	0.5	-	-	-	1.0
	P ₂ O ₅	1.5	-	-	-	-
	Na ₂ O	-	-	-	-	-
	Bi ₂ O ₃	-	0.5	0.2	-	-
	B ₂ O ₃	-	-	-	-	-
	PbO	1.2	0.8	-	1.3	1.4
	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-
	Sb ₂ O ₃	-	-	0.6	-	-
	SnO ₂	-	-	-	-	-
압축 응력층의 유무		유	유	유	무	무
석출결정의 종류		Q	S	S	Q	S
결정 평균입경 (μm)		1.2	0.5	0.5	3.0	7.0
결정량 (체적%)		65	60	58	60	90
굽힘강도 (MPa)		480	620	600	150	180
열팽창계수 (× 10 ⁻⁷ / °C)		5	22	24	28	12
내마모성 (회)		> 500	> 500	> 500	60	80
피연마량 차 (μm)		4	4	4	4	30

[표 3]

<51>

	시료 No.	11	12	13
유 리 조 성 중 량 %	SiO ₂	64.5	-	72.5
	Al ₂ O ₃	20.0	-	6.5
	Li ₂ O	2.5	-	-
	MgO	0.5	-	-
	TiO ₂	1.2	-	-
	ZrO ₂	-	97	-
	K ₂ O	6.0	-	1.8
	ZnO	-	-	-
	BaO	-	-	-
	SrO	-	-	0.7
	CaO	2.8	-	-
	P ₂ O ₅	-	-	5.9
	Na ₂ O	-	-	-
	Bi ₂ O ₃	-	-	11.3
	B ₂ O ₃	-	-	-
	PbO	1.0	-	-
	As ₂ O ₃	-	-	0.1
	Sb ₂ O ₃	1.5	-	-
	SnO ₂	-	3	-
	Y ₂ O ₃	-	-	-
압축 응력층의 유무		유	무	무
석출결정의 종류		S	ZrO ₂	-
결정 평균입경 (μm)		1.5	0.5	-
결정량 (체적%)		20	100	-
굽힘강도 (MPa)		350	1350	120
열팽창계수 (× 10 ⁻⁷ / °C)		55	83	60
내마모성 (회)		15	>500	10
피연마량 차 (μm)		2	50	-2

<52>

또한, 상기 표에서 알 수 있듯이 열팽창율계수 또는 석영 유리와의 피연마량의 차이도 지르코니아제 페룰 (시료 No.12) 에 비해 대폭 개선되어 있다.

<53>

한편, 비교예의 시료 No.9 는 결정이 조대화되어 있으므로 굽힘 강도나 내마모성이 낮다. No.10 은 석출 결정이 조대 되어 굽힘 강도나 내마모성이 낮아지고 또 결정량이 너무 많아서 피연마 특성이 열화되어 있다. 시료 No.11 은 이온교환의 효과에 따라 높은 굽힘강도를 유지하고 있으나 결정량이 너무 적어서 내마모성이 매우 나쁘다.

<54>

또, 주결정의 동정 및 결정량의 정량은 분말 X선 회절에 따라 행하였다 (표중 S 는 β-스포듀멘 고용체를, Q 는 β-석영 고용체를 각각 나타낸다). 결정의 평균입경은 주사형 전자현미경에 의한 측정치로부터 산출하였다. 굽힘강도는 직경 2.5 mm, 길이 36 mm 의 크기로 가공한 재료를 사용하며 3 점 굽힘법으로 측정하였다. 열팽창 계수는 디라트미터로 수득된 열팽창곡선으로부터 -50 ~ 150 °C 에서의 평균치를 구하였다. 내마모성은 JIS C5961 에 의거하여 지르코니아제 슬리브에 각 시료를 반 복 삼입 발출하여 손상이 생길 때까지의 삼입 발출 횟수를 구하였다. 또한, 손상 판정은 촉침 (觸針) 식 형상측정기로 행하였다. 피연마 특성의 평가는 다음과 같이 해서 행하였다. 연마제로서 산화세륨을 사용하며 펄트제 연마 패드를 주속 50 m/min. 로 회전시키고 500 g/cm² 압력을 가하면서 20×20×2 mm 크기로 가공한 재료를 30 분간 연마하여 두께의 변화량을 측정하였다. 또, 동일 조건에서 석영 유리를 연마하여 두께의 변화량을 측정하였다. 이어서, 양자의 두께의 변화량 차이를 구하고 이 값을 척도로 하였다. 결국 이 차이가 작을수록 석영 유리에 유사한 피연마 특성을 갖는 것이 된다.

<55>

다음으로, 시료 No.3을 광섬유에 부착하여 광 커넥터를 구성하고 광학특성을 평가하였다. 광 섬유로서 모드필드 직경이 9.5 μm 인 단일 모드 섬유코드, 광 커넥터로서 JIS C5973에 규정되어 있는 SC

형 광 커넥터를 사용하였다.

- <56> 먼저, 본 발명에 의한 시료 No.3 의 페룰에, 에폭시 접착제 (epo-tek353ND) 를 사용하여 상기 광 섬유를 접착시키고 단면을 어드밴스트 PC 연마하였다. 연마한 페룰 단면의 형상은 통상적인 지르코니아 페룰과 동등한 표면 조도, 볼록 구면형상 및 섬유 인입량을 얻을 수 있었다.
- <57> 연마한 페룰 15 개에 대해 펄스 외경에 대한 섬유의 코어의 편심량을 측정하였다. 그 결과를 도 2 에 나타낸다. 도 2 에서 알 수 있듯이 페룰 외경에 대한 섬유의 코어의 편심량은, 평균 $0.76 \mu\text{m}$ 으로 통상적인 지르코니아 페룰을 사용한 경우와 비교하여 손색 없는 분포를 얻을 수 있었다.
- <58> 이어서 파장 $1.31 \mu\text{m}$ 의 레이저·다이오드 광원을 이용하여 조립한 2 개의 광 커넥터 블러그를 접속하였을 때의 접속손실을 측정하였다. 사용한 광 코드의 길이는 2 m 로, 시료를 부착한 말단부의 다른 말단부에는 통상적인 지르코니아 페룰에 의한 SC 형 광 커넥터를 부착하며 광학특성의 측정에 제공하였다. 21 가지 조합에 대해 측정한 결과를 도 3 에 나타낸다. 도 3 에서 알 수 있듯이 평균의 접속손실은 0.21 dB, 최악이라도 0.5 dB 이하였다. 또한, 반사 감퇴량은 모두 50 dB 이상이였다. 이들 값은 고성능이 요구되는 광 통신망에서 충분히 실용에 견뎌내는 특성이다. 이상, SC 커넥터에서의 적용예에 대해 서술하였으나, 이 실시예는 본 발명의 적용범위를 한정하는 것이 아니며, SC 커넥터 이외의 광 커넥터의 페룰에도 적용할 수 있다는 것은 말할 필요도 없다.
- <59> 이상 설명한 바와 같이 본 발명의 페룰은, 기계적 강도나 내마모성이 우수하고 석영섬유에 가까운 열팽창 계수와 피연마 특성을 가지며 또한 단일 모드 광섬유의 접속에 사용되는 지르코니아제 페룰과 동등한 치수 정밀도를 갖는다.
- <60> 또한, 지르코니아제 페룰보다 저렴하게 제조할 수 있다. 그래서 광섬유 커넥터용 페룰로서 바람직하고 광 통신망의 정비에 기여하는 것이다.

산업상이용가능성

- <61> 이상과 같이 본 발명에 관한 광섬유 커넥터용 페룰은 SC 커넥터나 SC 커넥터 이외의 광 통신망의 정비에 사용되는 광 커넥터의 페룰로서 바람직하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

중량백분율로 SiO_2 60~70 %, Al_2O_3 16~25 %, Li_2O 1.5~3 %, MgO 0.5~2.5 %, TiO_2 1.3~4.5 %, ZrO_2 0.5~3 %, $\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$ 2~6.5 %, K_2O 1~5.5 %, ZnO 0~7 %, BaO 0~3 % 의 조성을 가지며, 평균 입경이 $2 \mu\text{m}$ 이하인 β -스포듀멘 (spodumene) 고용체 또는 β -석영고용체를 30 ~ 70 체적% 석출하여 이루어지고, 굽힘 강도가 200 MPa 이상, $-50 \sim 150^\circ\text{C}$ 에서의 열팽창 계수가 $-10 \sim 50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 범위에 있는 결정화 유리로 이루어진 것을 특징으로 하는 광섬유 커넥터용 페룰.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 외표면에 압축응력층이 형성되어 이루어진 것을 특징으로 하는 광섬유 커넥터용 페룰.

요약

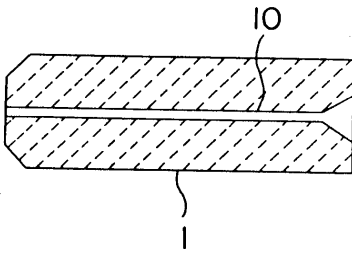
광 통신망의 정비에 사용되는 광섬유 커넥터용 페룰을 제공하기 위해, 이 광섬유 커넥터용 페룰은, 중량백분율로 SiO_2 60~70 %, Al_2O_3 16~25 %, Li_2O 1.5~3 %, MgO 0.5~2.5 %, TiO_2 1.3~4.5 %, ZrO_2 0.5~3 %, $\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$ 2~6.5 %, K_2O 1~5.5 %, ZnO 0~7 %, BaO 0~3 % 의 조성을 갖는 결정화 유리로 이루어진다. 이 결정화 유리는 평균입경이 $2 \mu\text{m}$ 이하인 β -스포듀멘 고용체 또는 β -석영고용체를 30 ~ 70 체적% 석출하여 이루어진다. 또, 이 결정화 유리는 굽힘강도가 200 MPa 이상, $-50 \sim 150^\circ\text{C}$ 에서의 열팽창 계수가 $-10 \sim 50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 범위에 있다.

대표도

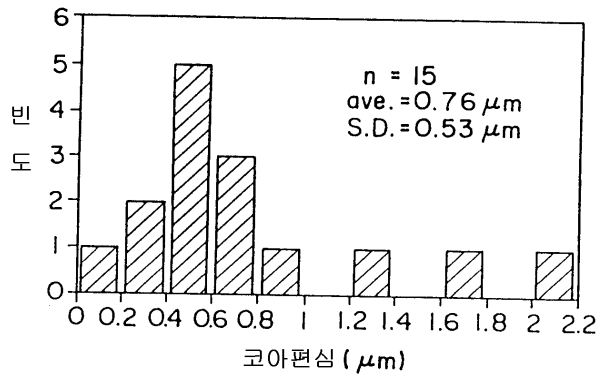
도1

도면

도면1



도면2



도면3

