

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
G02B 6/16

(11) 공개번호 특2001-0010769
(43) 공개일자 2001년02월 15일

(21) 출원번호	10-1999-0029828
(22) 출원일자	1999년07월22일
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 윤종용
(72) 발명자	경기 수원시 팔달구 매탄3동 416 이지훈 대구광역시동구신천2동신천주공아파트104동1405호 도문현 경상북도구미시송정동37번지삼성아파트9동505호
(74) 대리인	이건주

심사청구 : 있음

(54) 분산제어 광섬유 및 그 대구경 모재의 제조 방법

요약

본 발명은 분산제어 광섬유에 있어서, SiO₂, GeO₂ 및 P₂O₅의 세 가지 성분계로 조성된 코아와; SiO₂, GeO₂, P₂O₅ 및 Freon의 네 가지 성분계로 조성된 클래드를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 분산제어 광섬유를 제공하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 수정된 화학기상증착(MCVD)에 의해 분산제어 광섬유의 대구경 모재를 제조하는 방법에 있어서, 증착 튜브 내주면에 SiO₂, GeO₂, P₂O₅ 및 Freon을 증착시켜 클래드층을 형성하는 클래드 증착 과정과; 상기 클래드 증착 과정을 통해 증착된 클래드층 내주면에 SiO₂, GeO₂ 및 P₂O₅를 증착시켜 코아층을 형성하는 코아 증착 과정을 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 분산제어 광섬유의 대구경 모재 제조 방법을 제공함을 특징으로 한다.

대표도

도4

색인어

분산제어 광섬유, 대구경 모재, 인출 온도

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 광섬유의 제조 과정을 나타낸 개략도,
도 2는 일반적인 단일 모드 광섬유의 구성을 나타낸 단면도,
도 3은 종래의 분산제어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도,
도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 분산제어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도,
도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 분산제어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도,
도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 분산제어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도,
도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 분산제어 광섬유의 대구경 모재 제조 방법을 나타낸 흐름도.
도 8a 및 도 8b는 각각 종래 및 본 발명의 분산제어 광섬유의 대구경 모재 제조 방법에 따른 광섬유 인출 온도와 영분산 파장 변화량을 비교한 그래프.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광섬유 및 그 대구경 소재의 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 분산제어 광섬유 및 그 대구경 소재의 제조 방법에 관한 것이다.

초고속, 저손실, 대용량 전송 특성으로 인해 새로운 정보 전송 매질로서 각광받고 있는 광섬유(Optical Fiber)는 전송 모드에 따라 단일모드 광섬유(Single Mode Fiber)와 다중모드 광섬유(Multi Mode Fiber)로 나뉘어진다. 상기 단일모드 광섬유는 다시 분산 특성에 따라 일반적인 단일모드 광섬유와 분산제어 광섬유(Dispersion Control Fiber)로 나눌 수 있다.

상기 분산제어 광섬유로는 영분산 파장대역을 손실이 가장 작은 $1.5 \mu\text{m}$ 파장대역으로 이동시킨 분산천이 광섬유(Dispersion Shifted Fiber)와, $1.3 \mu\text{m} \sim 1.6 \mu\text{m}$ 에 해당하는 넓은 파장대역에서 거의 균일한 분산 값을 갖도록 조절한 분산평탄화 광섬유(Dispersion Flattened Fiber) 및 $1.5 \mu\text{m} \sim 1.6 \mu\text{m}$ 에서 낮은 분산 값을 가지는 저분산천이 광섬유(Non-zero Dispersion Shifted Fiber)등이 있다. 상기 분산천이 광섬유는 미국특허번호 제5,721,800호 등에, 상기 분산평탄화 광섬유는 미국특허번호 제5,675,690호 등에 각각 개시되어 있다.

상기 광섬유는 2중 도가니(Double Crucible) 제법과 같이 별도의 모재(Preform) 형성없이 원재료로부터 바로 광섬유를 인출하는 방법을 통해 제조되기도 하지만, 대부분의 광섬유는 별도의 모재를 형성한 후 상기 모재를 가열로(Furnace) 내에서 연화점 이상으로 가열시켜 광섬유를 인출하는 방법을 사용하여 제조된다.

한편, 상기 모재로부터 인출될 수 있는 광섬유의 길이는 모재경(Preform Diameter)에 의해 좌우된다. 즉, 모재경의 크기가 커질수록 더 많은 광섬유를 인출할 수 있으므로, 광섬유의 생산성 향상을 위해 대구경 모재(Large size preform)를 제조하기 위한 노력이 경주되고 있다. 일반적으로 모재의 대구경화는 증착 및 응축에 의해 형성된 1차 모재의 직경 및 오버 클래딩용 튜브의 직경을 늘임으로써 이루어진다.

도 1은 일반적인 광섬유의 제조 과정을 나타낸 개략도이다. 도 1에 도시된 바와 같이 일반적인 광섬유의 제조 과정은 크게 모재 제조(Preform Manufacture, 10), 인출(Drawing, 20), 피복 코팅(Sheath Coating, 30) 및 와인딩(Winding, 40) 과정으로 이루어지며, 통상적으로 상기 인출(20) 및 피복 코팅(30) 과정은 광섬유 인출기(Fiber Drawing Apparatus) 내에서 연속적으로 행해진다.

상기 모재 제조 과정(10)은 광섬유를 인출하기 위한 기본 모재를 형성하는 과정이다. 상기 모재를 형성하는 방법에는 VAD(Vapor-phase Axial Deposition), OCVD(Outer Chemical Vapor-phase Deposition), PCVD(Plasma Chemical Vapor-phase Deposition) 및 MCVD(Modified Chemical Vapor-phase Deposition) 방법 등이 있으며, 이 중에서도 MCVD 방법이 널리 사용되고 있다.

상기 MCVD 방법에 의한 모재 제조 과정을 간단히 설명하면, 일정 속도로 회전하도록 설치된 증착 튜브 내부에 SiCl_4 , GeCl_4 와 같은 원료 가스를 주입하고, 좌우로 이동가능한 버너를 이용하여 상기 증착 튜브 외주면을 가열한다. 상기 증착 튜브 내벽에는 원료가스 산화물의 미립자가 증착되면서 버너의 높은 열에 의해 소결(Sintering)되고, 이어 응축(Collapse) 및 클로즈(Close) 과정을 거쳐 코아 및 클래드층이 형성된 1차 모재를 제조하고 나면, 상기 1차 모재에 오버 클래딩(Over Cladding)함으로써 최종 모재가 완성된다.

상기 코아 및 클래드의 굴절률 차이는 증착 튜브 내부로 공급되는 원료 가스의 구성 성분을 조절함으로써 이루어지며, 이러한 MCVD 방법에 의한 모재 제조 과정은 미국특허번호 제4,389,230호 및 제5,397,372호 등에 상세히 개시되어 있다.

상기 인출 과정(20) 및 피복 코팅 과정(30)은 상기 모재 제조 과정(10)에 의해 제조된 모재로부터 광섬유를 뽑아 내는 과정으로서, 전술한 바와 같이 가열로 및 코팅기를 구비한 광섬유 인출기 내에서 연속적으로 이루어진다. 즉, 상기 모재를 가열로 내에 설치한 후 연화점 온도(Softening point temperature) 이상으로 가열하면, 상기 가열로 하단의 인출홀을 통해 소정의 직경으로 축소 연화된 광섬유가 인출된다. 이어, 상기 광섬유는 코팅기를 통과하면서 외주면에 피복층이 형성되고, 냉각기를 통과하면서 냉각된다.

상기 와인딩 과정(40)은 인출 과정 및 피복 코팅 과정을 마친 광섬유에 캡스턴(Capstan)에 의해 일정한 인장력을 가하면서 최종적으로 스푼(Spool)에 감는 과정이다.

도 2는 일반적인 단일모드 광섬유의 구성을 나타낸 단면도이고, 도 3은 종래의 분산제어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도로서, 도시된 광섬유들은 SiO_2 를 주성분으로 하는 석영계 광섬유이다.

도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 일반적인 단일모드 광섬유 및 종래의 분산제어 광섬유는 각각 코아(110, 210), 클래드(120, 220) 및 피복층(130, 230)으로 구성된다.

상기 코아(110, 210)는 SiO_2 를 주성분으로 하며, 굴절율을 높이는 역할을 하는 첨가제(Dopant)인 GeO_2 가 첨가된다. 상기 클래드(120, 220)는 주성분인 SiO_2 외에 굴절율을 조절하거나 증착 온도를 낮추는 작용을 하는 첨가제인 GeO_2 , P_2O_5 및 Freon이 첨가된다. 도 2 및 도 3에는 설명에 용이하도록 클래드(120, 220) 영역을 단일층으로 묘사하고 있으나, 오버 클래딩 등을 통해 다층으로 이루어진 클래드도 포함한다.

일반적인 단일모드 광섬유(100)의 코아경(a_1)은 $8 \sim 12 \mu\text{m}$, 비굴절율차(Δ)는 0.35이며, 분산제어 광섬유(200)의 코아경(a_2)은 $5 \sim 8 \mu\text{m}$, 비굴절율차는 $0.7 \sim 0.15$ 이다. 즉, 분산제어 광섬유(200)는 일반적인 단일모드 광섬유(100)에 비해 코아(210)의 직경은 상대적으로 작은 반면 코아(210)의 굴절율은 높다. 상기 비굴절율차(Δ)는 코아의 최대 굴절율을 n_1 , 클래드의 최소 굴절율을 n_2 라 할 때, $(n_1^2 - n_2^2)/(2n_1^2) \times 100$ 으로 산출된다.

상기 피복층(130, 230)은 코아(110, 210)와 클래드(120, 220)의 기계적, 화학적 손상을 방지하기 위해 형성된 내부 보호층이다. 상기 피복층(130, 230)은 주로 자외선경화형 혹은 열경화형 수지와 같은 플라스틱 재질로 이루어진다.

아래의 <표 1>은 일반적인 단일모드 광섬유 및 종래 분산제어 광섬유의 광특성 변화를 나타낸

도표로서, 모재경의 증가 및 인출 온도의 증가에 따른 광특성 변화와 증착 튜브의 변형 여부를 나타내고 있다. S는 SiO_2 , G는 GeO_2 , P는 P_2O_5 , F는 Freon을 각각 표시하고 있다.

[표 1]

구분	모재경 (nm)	분류	코아 조성	클래드 조성	광특성 변화			증착 튜브 수축 변형
					영분산 파장 (nm)	모드 필드 경 (μm)	분산 기울기 ($\text{ps}/\text{nm}^2 \cdot \text{km}$)	
종래예1	50	단일 모드	S+G	S+G+P+F	0 ~ 2	0 ~ 0.2	0 ~ 0.001	변형 없음
종래예2	66	단일 모드	S+G	S+G+P+F	0 ~ 2	0 ~ 0.2	0 ~ 0.001	변형 없음
종래예3	50	분산 제어	S+G	S+G+P+F	1 ~ 3	0 ~ 0.2	0 ~ 0.001	변형 없음
종래예4	66	분산 제어	S+G	S+G+P+F	20 ~ 40	0.2 ~ 0.5	0.004 ~ 0.009	변형 없음
모재경 증가에 따른 인출 온도 변화: 20°C , 코아경: $8 \sim 12 \mu\text{m}$, 비굴절율차(%): 0.35								

〈표 1〉의 종래예 1과 종래예 2에서 알 수 있는 바와 같이 일반적인 단일모드 광섬유의 경우에는 모재를 50mm에서 66mm로 대구경화함에 따라 인출 온도를 증가시켜 광섬유를 인출하더라도, 대구경화하기 전의 광섬유와 비교하여 영분산파장(Zero dispersion Wavelength), 모드필드경(Mode Field Diameter) 및 분산 기울기(Dispersion Slope) 등의 광특성 변화가 거의 없다.

반면, 종래예 3과 종래예 4에서 알 수 있는 바와 같이 분산제어 광섬유의 경우에는 모재를 50mm에서 66mm로 대구경화한 후 광섬유를 인출하면, 대구경화하기 전의 광섬유와 비교하여 영분산파장, 모드필드경 및 분산 기울기 등 광특성이 현격히 변화한다. 이와 같은 현상은 분산제어 광섬유의 코아와 클래드의 조성 성분 차이 및 일반적인 단일모드 광섬유에 비해 상대적으로 작은 코아경에서 기인한다.

즉, 분산제어 광섬유는 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon으로 구성된 클래드와는 달리 코아의 구성이 SiO_2 와 GeO_2 만으로 되어 있을 뿐만 아니라 일반적인 단일모드 광섬유에 비해 코아경도 작다. 따라서, 모재경을 대구경화한 후 인출 온도를 높이면, 클래드와 코아간의 온도 분포 불균형에 의한 응력(Stress) 발생 및 클래드와 코아간의 점도 차이로 인해 코아 영역의 굴절을 분포가 변하게 된다.

이러한 코아 영역의 굴절을 분포 변화는 〈표 1〉의 종래예 3과 종래예 4에서 살펴볼 수 있는 바와 같이 분산제어 광섬유의 광특성 변화를 유발하게 된다. 예를 들어, 영분산 파장의 경우 대구경화하기 전의 분산제어 광섬유에 비해 20 ~ 40nm, 모드 필드경은 0.2 ~ 0.5 μm , 분산 기울기는 0.004 ~ 0.009 $\text{ps}/\text{nm}^2 \cdot \text{km}$ 의 값으로 광특성 변화량이 증가하였다.

다시 말해, 종래 분산제어 광섬유의 모재를 동일한 조성 성분을 유지한 채 그대로 대구경화할 경우, 그로부터 생산된 분산제어 광섬유의 영분산 파장, 모드 필드경 및 분산 기울기와 같은 광특성이 인출온도에 따라 변화하며, 그 변화량 또한 점차 증가하는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명의 목적은 인출 온도를 증가시키더라도 광특성 변화가 적고, 증착 튜브의 수축 변형이 없는 분산제어 광섬유 및 그 대구경 모재의 제조 방법을 제공하는데 있다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 분산제어 광섬유에 있어서, SiO_2 , GeO_2 및 P_2O_5 의 세 가지 성분계로 조성된 코아와; SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon의 네 가지 성분계로 조성된 클래드를 포함하여 구성함을 특징으로 하는 분산제어 광섬유를 제공하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 수정된 화학기상증착(MCVD)에 의해 분산제어 광섬유의 대구경 모재를 제조하는 방법에 있어서, 증착 튜브 내주면에 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon을 증착시켜 클래드층을 형성하는 클래드 증착 과정과; 상기 클래드 증착 과정을 통해 증착된 클래드층 내주면에 SiO_2 , GeO_2 및 P_2O_5 를 증착시켜 코아층을 형성하는 코아 증착 과정을 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 분산제어 광섬유의 대구경 모재 제조 방법을 제공함을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

본 발명은 분산제어 광섬유를 이루고 있는 코아와 클래드의 조성 차이를 줄임으로써, 대구경화된 모재로부터 분산제어 광섬유를 인출하기 위해 인출 온도를 증가시키더라도 광특성의 변화가 적은 분산제어 광섬유 및 그 대구경 모재의 제조 방법을 제공한다.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 분산제어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도이고, 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 분산제어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도이며, 도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 분산제어

어 광섬유의 구성을 나타낸 단면도로서, 각각의 코아와 클래드에는 구성 성분이 표시되어 있다. S는 SiO_2 , G는 GeO_2 , P는 P_2O_5 , F는 Freon을 나타낸다.

도 4에 도시된 바와 같이 본 발명의 제1실시예에 따른 분산제어 광섬유(300)는 SiO_2 , GeO_2 및 P_2O_5 로 구성된 코아(310)와, SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 , 및 Freon으로 구성된 클래드(320)를 포함하여 구성하며, 상기 클래드(320)의 외주면에는 코팅된 피복층(330)이 형성된다.

상기 SiO_2 는 코아(310) 및 클래드(320)의 주성분이며, 상기 GeO_2 는 코아(310) 및 클래드(320)의 굴절을 분포 조절을 위해 첨가된다. 상기 P_2O_5 는 코아(310) 및 클래드(320)의 증착 온도를 낮출 뿐만 아니라, 코아(310)와 클래드(320)간의 점도 차이를 줄여주는 역할을 한다. 또한, 상기 Freon은 클래드(320)의 굴절을 낮추는 역할을 한다.

상기 코아(310)에 첨가되는 P_2O_5 는 코아 조성 성분 총중량의 10%를 넘지 않도록 첨가한다. 상기 코아(310)에 첨가되는 P_2O_5 는 코아(310)와 클래드(320)간의 조성 성분 차이에서 비롯되는 점도의 차이를 줄여줌으로써, 코아(310)와 클래드(320)간의 점도 차이로 인해 광섬유 인출시 발생하는 온도 분포 불균형 현상을 최소화하는 역할을 한다. 만일, 상기 코아(310)에 첨가되는 P_2O_5 의 양이 코아 조성 성분 총중량의 10%를 넘게 되면, 코아(310) 부분의 흡수 손실 증가 및 점도 감소로 인한 기하구조의 변형을 유발할 수 있다.

상기 코아(310) 및 클래드(320)의 비굴절율차는 일반적인 단일모드 광섬유의 비굴절율차인 0.35보다 크도록 상기 GeO_2 , P_2O_5 , 및 Freon의 첨가량을 조절한다. 상기 코아(310) 내에서 P_2O_5 가 차지하는 조성비는 코아 중심에서 바깥쪽으로 갈수록 증가하거나 감소하도록 할 수 있으며, 코아 중심으로부터의 위치에 관계없이 일정하게 할 수도 있다.

도 5에 도시된 바와 같이 본 발명의 제2실시예에 따른 분산제어 광섬유(400)는 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon으로 구성된 코아(410)와, 상기 코아(410)와 마찬가지로 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon으로 구성된 클래드(420)를 포함하여 구성하며, 상기 클래드(420)의 외주면에는 코팅된 피복층(430)이 형성된다. 즉, 본 발명의 제2실시예에 따른 분산제어 광섬유(400)는 코아에 P_2O_5 만을 추가로 첨가했던 본 발명의 제1실시예와는 달리 Freon을 더 첨가한다.

상기 코아(410)에 첨가되는 P_2O_5 는 코아 구성 성분 총중량의 10%를 넘지 않도록 첨가한다. 상기 코아(410)에 첨가되는 P_2O_5 는 코아(410)와 클래드(420)간의 구성 성분 차이에서 비롯되는 점도의 차이를 줄여줌으로써, 코아(410)와 클래드(420)간의 점도 차이로 인해 광섬유 인출시 발생하는 온도 분포 불균형 현상을 최소화하는 역할을 한다. 만일, 상기 코아(410)에 첨가되는 P_2O_5 의 양이 코아 구성 성분 총중량의 10%를 넘게 되면, 코아 부분의 흡수 손실 증가 및 점도 감소로 인한 기하구조의 변형을 유발할 수 있다.

상기 SiO_2 는 코아(410) 및 클래드(420)의 주성분이며, 상기 GeO_2 는 코아(410) 및 클래드(420)의 굴절을 분포 조절을 위해 첨가된다. 상기 P_2O_5 는 코아(410) 및 클래드(420)의 증착 온도를 낮출 뿐만 아니라 코아(410)와 클래드(420)간의 점도 차이를 줄여주는 역할을 하며, 상기 Freon은 클래드(420)의 굴절을 낮출 뿐만 아니라 상기 P_2O_5 와 마찬가지로 코아(410)와 클래드(420)간의 점도 차이를 줄여주는 역할을 한다.

도 6에 도시된 바와 같이 본 발명의 제3실시예에 따른 분산제어 광섬유(500)는 SiO_2 , GeO_2 및 P_2O_5 로 구성된 코아(510)와, SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon으로 구성된 1차 클래드(530)와, SiO_2 만으로 이루어진 2차 클래드(520)를 포함하여 구성하며, 상기 2차 클래드(520)의 외주면에는 코팅된 피복층(540)이 형성된다.

상기 코아(510)에 첨가되는 P_2O_5 는 제1실시예나 제2실시예와 마찬가지로 코아 구성 성분 총중량의 10%를 넘지 않도록 첨가한다. 상기 코아(510)에 첨가되는 P_2O_5 는 코아(510)와 클래드(530)간의 구성 성분 차이에서 비롯되는 점도의 차이를 줄여줌으로써, 코아(510)와 클래드(530)간의 점도 차이로 인한 인출시 온도 분포 불균형 현상을 최소화하는 역할을 한다.

상기 SiO_2 는 코아(510), 1차 클래드(530) 및 2차 클래드(520)의 주성분이며, 상기 GeO_2 는 코아(510) 및 1차 클래드(530)의 굴절을 분포 조절을 위해 첨가된다. 상기 P_2O_5 는 코아(510) 및 1차 클래드(530)의 증착 온도를 낮출 뿐만 아니라 코아(510)와 1차 클래드(530)간의 점도 차이를 줄여주는 역할을 하며, 상기 Freon은 1차 클래드(530)의 굴절을 낮출 뿐만 아니라 상기 P_2O_5 와 마찬가지로 코아(510)와 1차 클래드(530)간의 점도 차이를 줄여주는 역할을 한다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 분산제어 광섬유의 대구경 모재 제조 방법을 나타낸 흐름도로서, MCVD 방법에 의한 광섬유 모재 제조에 기초하고 있다.

본 발명의 실시예에 따른 분산제어 광섬유의 대구경 모재 제조 과정은 크게 클래드 증착 과정(50), 코아 증착 과정(60), 응축 및 클로즈 과정(70)으로 이루어진다.

상기 클래드 증착 과정(50)은 회전하도록 설치된 증착 튜브 내부에 SiO_2 , GeO_2 및 P_2O_5 를 공급하면서 버너를 이용하여 가열하여, 상기 증착 튜브 내주면에 SiO_2 , GeO_2 및 P_2O_5 의 세 가지 성분계로 이루어진 클래드층을 증착시키는 과정이다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 클래드 증착 과정은 상기 증착 튜브 내주면에 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon의 네 가지 성분계로 이루어진 클래드층을 증착시킨다.

상기 코아 증착 과정(60)은 증착 튜브에 증착된 클래드층 내주면에 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon의 네 가지 성분계로 이루어진 코아층을 증착시키는 과정이다. 이때, 상기 P_2O_5 는 클래드층을 이루는 네 가지 성분계 전체 중량의 10% 미만인 되도록 공급량을 조절한다. 상기 P_2O_5 의 중량비가 전체 중량의 10%를 넘을 경우,

코아층의 기하구조 변형을 유발할 수 있다.

상기 응축 및 클로즈 과정(70)은 증착 튜브의 축 방향을 따라 버너를 이동시키면서 가열하여, 코아층 중심에 잔존하고 있는 증공 부분을 메움과 동시에 유리화한다.

한편, 본 발명의 실시예에서는 MCVD 방법에 의한 분산제어 광섬유의 대구경 소재 제조 과정을 제공하고 있지만, 전술한 MCVD 방법 이외에도 VAD, OCVD 및 PCVD 방법에 의해서도 본 발명의 일 실시예 혹은 다른 실시예에 따른 분산제어 광섬유의 대구경 소재를 제조할 수 있음은 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 당연하다 할 것이다.

아래의 <표 2>는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 대구경 소재로부터 인출된 분산제어 광섬유의 광특성 변화를 나타낸 도표로서, 소재경의 증가 및 인출 온도의 변화에 따른 광특성 변화와 증착 튜브의 변형 여부를 나타내고 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 대한 비교예 두 가지의 광특성 변화도 같이 나타내고 있으며, 상기 비교예 두 가지는 본 발명의 실시예와는 달리 코아 및 클래드에 P_2O_5 를 첨가하지 않은 예이다.

[표 2]

구분	소재경 (nm)	분류	코아조성	클래드조성			
					모드필드경 (μm)	분산기율기 ($\text{ps}/\text{nm}^2 \cdot \text{km}$)	
종래예4	66	분산제어	S+G	S+G+P+F	0.2 ~ 0.5	0.004 ~ 0.009	수축변형 없음
실시예1	66	분산제어	S+G+P	S+G+P+F	0 ~ 0.2	0 ~ 0.001	수축변형 없음
실시예2	66	분산제어	S+G+P+F	S+G+P+F	0 ~ 0.2	0 ~ 0.001	수축변형 없음
비교예1	66	분산제어	S+G	S+G	0 ~ 0.2	0 ~ 0.002	수축변형 심함
비교예2	66	분산제어	S+G	S+G+F	0 ~ 0.2	0 ~ 0.001	수축변형 심함
소재경 증가에 따른 인출온도 변화: 20℃, 코아경: 5 ~ 8 μm , 비굴절율차 (%): 0.15 ~ 0.7							

실시예 1은 도 4에 도시된 바와 같이 소재의 코아 조성을 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 로 이루어지도록 하고, 클래드 조성을 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon으로 이루어지도록 분산제어 광섬유용 대구경 소재를 제조한 후, 상기 대구경 소재로부터 광섬유를 인출하여 영분산 파장, 모드필드경 및 분산 기율기와 같은 광특성의 변화와 증착튜브의 수축 변형 정도를 관찰한 예이다.

상기 실시예 1을 코아 조성이 SiO_2 , GeO_2 만으로 이루어진 대구경 소재로부터 분산제어 광섬유를 인출한 종래예 4와 비교해 보면 광특성 변화가 현격히 줄어들었음을 알 수 있다. 즉, 영분산 파장 변화량은 20 ~ 40nm에서 0 ~ 2nm로, 모드필드경의 변화량은 0.2 ~ 0.5 μm 에서 0 ~ 0.2 μm 로, 분산 기율기 변화량은 0.004 ~ 0.009 $\text{ps}/\text{nm}^2 \cdot \text{km}$ 에서 0 ~ 0.001 $\text{ps}/\text{nm}^2 \cdot \text{km}$ 로 각각 감소하므로써, 본 발명의 실시예 1은 종래와 비교하여 소재의 대구경화에 따른 광특성 변화량이 줄어들었다.

실시예 2는 도 5에 도시된 바와 같이 소재의 코아 조성을 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon으로 이루어지도록 하고, 클래드 조성을 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon으로 이루어지도록 분산제어 광섬유용 대구경 소재를 제조한 후, 상기 대구경 소재로부터 광섬유를 인출하여 실시예 1과 마찬가지로 영분산 파장, 모드필드경 및 분산 기율기와 같은 광특성의 변화와 증착튜브의 수축 변형 정도를 관찰한 예이다.

상기 실시예 2를 코아 조성이 SiO_2 , GeO_2 만으로 이루어진 대구경 소재로부터 분산제어 광섬유를 인출한 종래예 4와 비교해 보면, 역시 광특성 변화가 현격히 줄어들었음을 알 수 있다. 즉, 영분산 파장 변화량은 20 ~ 40nm에서 1 ~ 3nm로, 모드필드경 변화량은 0.2 ~ 0.5 μm 에서 0 ~ 0.2 μm 로, 분산 기율기 변화량은

0.004 ~ 0.009 ps/nm² · km에서 0 ~ 0.001 ps/nm² · km로 각각 감소하므로써, 본 발명의 실시예 1은 종래와 비교하여 모재의 대구경화에 따른 광특성 변화량이 줄어들었다.

도 8a 및 도 8b는 각각 종래 및 본 발명의 분산제어 광섬유 모재의 대구경 모재 제조 방법에 따른 광섬유 인출 온도와 영분산 파장 변화량을 비교한 그래프이다.

도 8a에서 알 수 있는 바와 같이 종래 분산제어 광섬유 모재는 50mm에서 66mm로 대구경화할 경우, 인출온도에 따른 영분산 파장의 변화가 큰 반면, 도 8b에서 알 수 있는 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 분산제어 광섬유 모재는 50mm에서 66mm로 대구경화하더라도 인출온도에 따른 영분산 파장의 변화가 적다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 분산제어 광섬유 및 그 대구경 모재 제조 방법은 대구경 모재로부터 분산제어 광섬유를 인출하기 위해 인출 온도를 증가시키더라도 광특성 변화량을 최소화함으로써 균일한 광특성을 확보할 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명의 실시예에 따른 분산제어 광섬유 및 그 대구경 모재 제조 방법은 코아 증착 온도를 낮출 수 있어 증착 튜브의 수축 변형을 방지할 수 있고, 소결 온도를 낮춤은 물론 응축에 소요되는 공정 시간을 줄일 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

분산제어 광섬유에 있어서,

SiO₂, GeO₂ 및 P₂O₅의 세 가지 성분계로 구성된 코아와;

SiO₂, GeO₂, P₂O₅ 및 Freon의 네 가지 성분계로 구성된 클래드를 포함하여 형성함을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 코아의 P₂O₅는 코아 조성 전체 중량의 10퍼센트(%)를 넘지 않는 것을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 코아 및 클래드의 비굴절율차는 0.35 이상임을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 코아 내에서 P₂O₅가 차지하는 조성비는 코아 중심에서 바깥쪽으로 갈수록 증가하거나 감소함을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 코아 내에서 P₂O₅가 차지하는 조성비는 코아 중심에서 바깥쪽으로 가더라도 항상 일정함을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 6

분산제어 광섬유에 있어서,

SiO₂, GeO₂, P₂O₅ 및 Freon의 네 가지 성분계로 구성된 코아와;

SiO₂, GeO₂, P₂O₅ 및 Freon의 네 가지 성분계로 구성된 클래드를 포함하여 형성함을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 코아의 P₂O₅는 코아 조성 전체 중량의 10퍼센트(%)를 넘지 않는 것을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 8

제 6항에 있어서, 상기 코아 및 클래드의 비굴절율차는 0.35 이상임을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 9

제 6항에 있어서, 상기 코아 내에서 P₂O₅가 차지하는 조성비는 코아 중심에서 바깥쪽으로 갈수록 증가하거나 감소함을 특징으로 하는 분산제어 광섬유.

청구항 10

분산제어 광섬유에 있어서,

SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon의 네 가지 성분계로 조성된 코아와;

상기 코아의 외주면에는 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon의 네 가지 성분계로 조성된 1차 클래드와;

상기 1차 클래드의 외주면에는 SiO_2 만으로 이루어진 2차 클래드를 포함하여 형성함을 특징으로 하는 분산 제어 광섬유.

청구항 11

제 10항에 있어서, 상기 코아의 P_2O_5 는 코아 조성 전체 중량의 10퍼센트(%)를 넘지 않는 것을 특징으로 하는 분산 제어 광섬유.

청구항 12

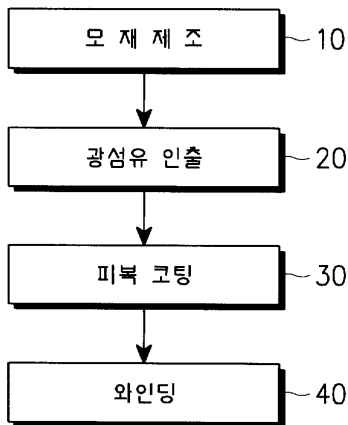
수정된 화학기상증착(MCVD)에 의해 분산 제어 광섬유의 대구경 모재를 제조하는 방법에 있어서,

증착 튜브 내주면에 SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 및 Freon을 증착시켜 클래드층을 형성하는 클래드 증착 과정과;

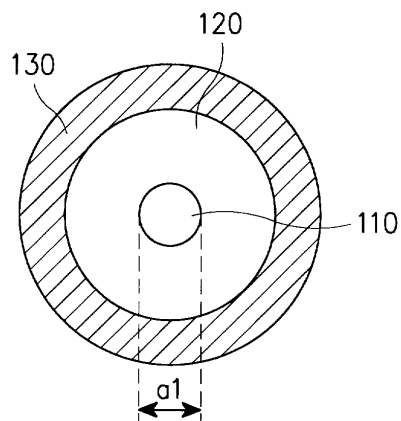
상기 클래드 증착 과정을 통해 증착된 클래드층 내주면에 SiO_2 , GeO_2 및 P_2O_5 를 증착시켜 코아층을 형성하는 코아 증착 과정을 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 분산 제어 광섬유의 대구경 모재 제조 방법.

도면

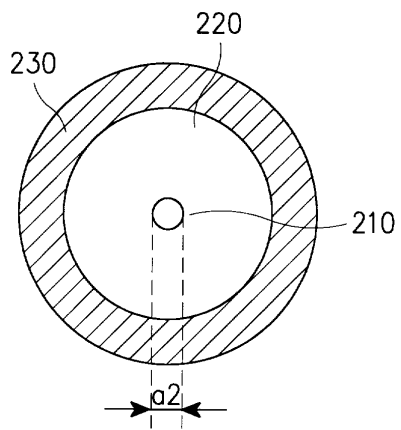
도면1



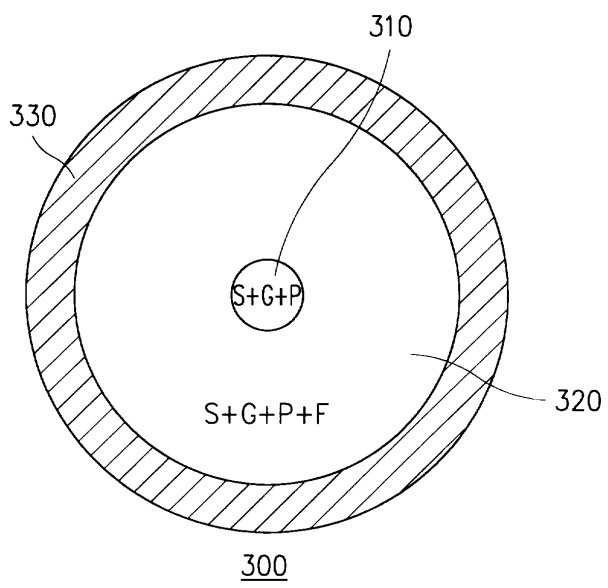
도면2



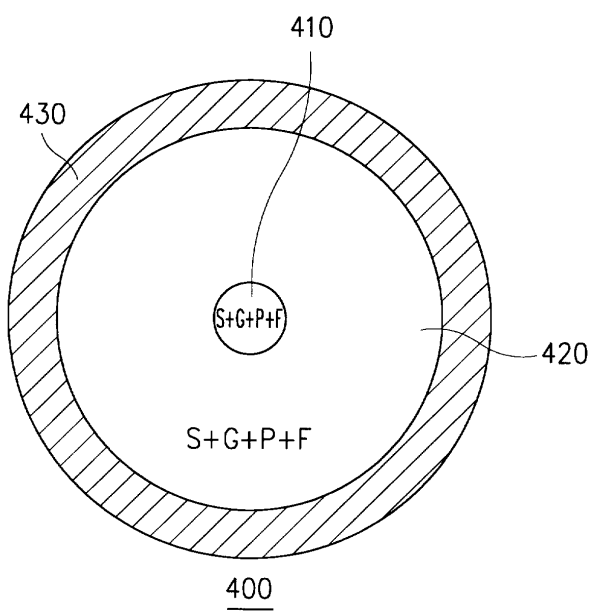
도면3



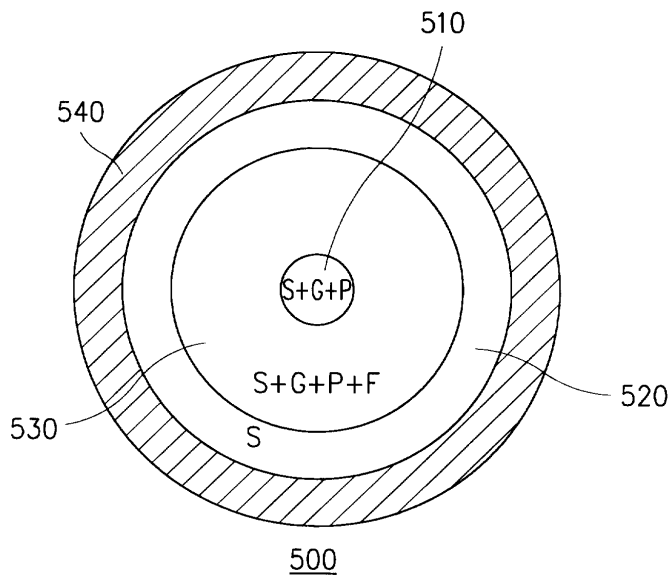
도면4



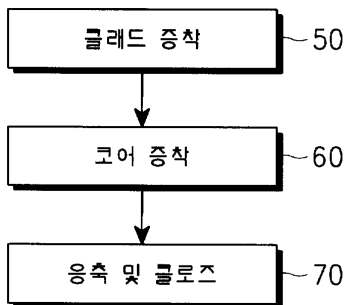
도면5



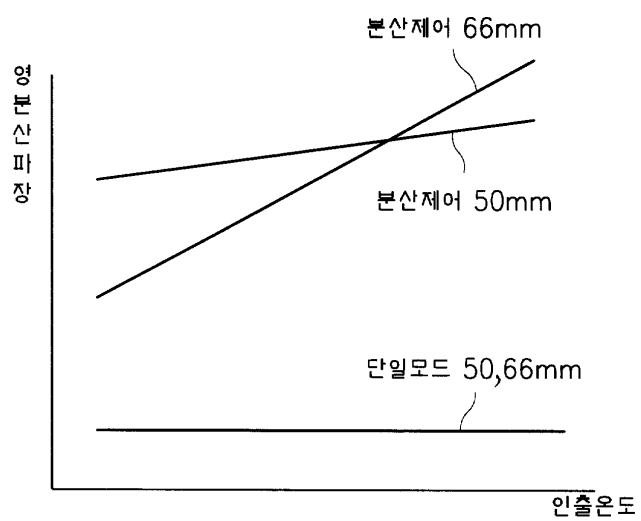
도면6



도면7



도면8a



도면 8b

