



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098310
(43) 공개일자 2018년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/38 (2006.01) G02B 6/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/3833 (2013.01)
G02B 6/02314 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7020721
(22) 출원일자(국제) 2016년12월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년07월18일
(86) 국제출원번호 PCT/DK2016/050459
(87) 국제공개번호 WO 2017/108060
국제공개일자 2017년06월29일
(30) 우선권주장
PA 2015 70876 2015년12월23일 덴마크(DK)

(71) 출원인
엔케이티 포토닉스 에이/에스
덴마크 디케이-3460 벨케로드 브로켄 84
(72) 발명자
알케스크줄드 토마스 탕가드
덴마크 디케이-4040 지랭게 루그베 1
린쎄 켄스 크리스티안
덴마크 디케이-3100 호른백 퍼 배른스 베 5
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

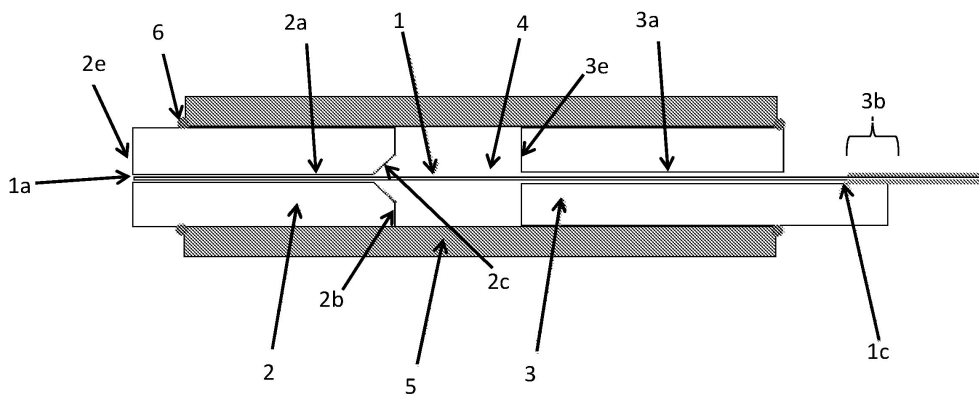
전체 청구항 수 : 총 72 항

(54) 발명의 명칭 광결정 섬유 조립체

(57) 요약

본 발명은 PCF 및 적어도 하나의 페룰 구조체를 포함하는 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함한다. PCF는 중심축을 가지며, 코어 영역 및 클래딩 영역 및 제 1 섬유 단부를 갖는 제 1 섬유 단부 섹션을 포함한다. 페룰 구조체는 중심축을 가지며 제 1 섬유 단부 섹션에 장착된다. 페룰 구조체는 내부 페룰 장치 및 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸는 외부 페룰 장치를 포함한다. 내부 페룰 장치는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션과 제 1 섬유 단부의 원위에 위치한 내부 페룰 후방 섹션을 포함하고, 내부 페룰 섹션 각각은 내경을 가지며 적어도 그 길이는 PCF를 완전히 둘러싼다. 내부 페룰 후방 섹션은 제 1 섬유 단부 섹션에 대한 앵커 길이 섹션에 고정되고 내부 페룰 전방 섹션은 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션을 지지한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G02B 6/02328 (2013.01)

(72) 발명자

자콥센 크리스티안

덴마크 디케이-2830 비룸 비룸가드 37에이

막 마르틴 디벤달

덴마크 디케이-2800 링비 에스. 빌룸센스베 9

미첼레토 마티아

덴마크 디케이-2400 코펜하겐 엔브이 에스티. 개스 퍼베베이 57

파피오르 시드셀 뤼브너

덴마크 디케이-2800 링비 에스티. 모세베 6

명세서

청구범위

청구항 1

광결정 섬유(PCF) 및 적어도 하나의 페룰 구조체를 포함하는 PCF 조립체에 있어서,

상기 PCF는 중심축을 가지며 코어 영역 및 클래딩 영역과, 제 1 섬유 단부를 갖는 제 1 섬유 단부 섹션을 포함하고, 상기 페룰 구조체는 중심축을 가지며 상기 제 1 섬유 단부 섹션에 설치되고, 상기 페룰 구조체는 내부 페룰 장치 및 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸는 외부 페룰 장치를 포함하고, 상기 내부 페룰 장치는 상기 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션, 및 상기 제 1 섬유 단부의 원위에 위치한 내부 페룰 후방 섹션을 포함하며, 상기 내부 페룰 섹션들 각각은 내경을 가지며, 상기 내부 페룰 섹션들의 적어도 일정 길이는 상기 PCF를 완전히 둘러싸며, 상기 내부 페룰 후방 섹션은 앵커 길이 섹션에서 상기 제 1 섬유 단부 섹션에 대해 고정되고 그리고 상기 내부 페룰 전방 섹션은 상기 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하고, 상기 제 1 섬유 단부 섹션의 상기 PCF 중심축 및 상기 페룰 구조체 중심축은 바람직하게는 실질적으로 평행하고, 더욱 바람직하게는 상기 제 1 섬유 단부 섹션의 상기 PCF 중심축 및 상기 페룰 구조체 중심축은 일치하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 조립체는 상기 내부 페룰 전방 섹션과 상기 제 1 섬유 단부 섹션 사이에 배치된 정렬 슬리브를 추가로 포함하여, 상기 내부 페룰 전방 섹션이 상기 정렬 슬리브를 통해서 상기 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하고, 상기 정렬 슬리브는 바람직하게는 상기 제 1 섬유 단부에서 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸고 지지하도록 배치되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 내부 페룰 전방 섹션은 미리 선택된 축방향 위치에서 상기 정렬 슬리브를 둘러싸고 유지하며, 상기 내부 페룰 전방 섹션의 상기 내경은 상기 정렬 슬리브의 최대 외경보다 약간 크고, 예를 들어, 직경이 약 $0.1 \mu\text{m}$ 내지 약 2 mm 크고, 예를 들어, 약 $1 \mu\text{m}$ 내지 약 1 mm 크고, 예를 들어, 약 0.1 mm 내지 약 0.01 mm 큰, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 내부 페룰 전방 섹션은 상기 정렬 슬리브를 축방향 위치에 기계적으로 유지함으로써, 상기 정렬 슬리브를 통해 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하고, 바람직하게는 상기 정렬 슬리브의 단부 및 상기 내부 페룰 전방 섹션의 단부는 상기 페룰 구조체 중심축에 수직인 평면에 정렬되고, 더욱 바람직하게는 상기 제 1 섬유 단부, 상기 정렬 슬리브의 상기 단부 및 상기 내부 페룰 전방 섹션의 상기 단부는 상기 PCF 중심축에 수직인 평면에서 정렬되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 5

제 2 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 상기 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 PCF를 둘러싸고, 바람직하게는 상기 제 1 섬유 단부 및 상기 정렬 슬리브의 단부는 상기 PCF 중심축에 수직인 평면에 정렬되고, 상기 정렬 슬리브는 바람직하게는 적어도 약 1 mm , 예를 들어, 약 2 mm 내지 약 5 cm , 예를 들어, 약 5 mm 내지 약 2 cm 인 축방향의 길이를 갖는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 6

제 2 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 적어도 상기 제 1 섬유 단부 섹션의 외경에 적응된 그 지지 섹션을 따르는 내경을 가짐으로써 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하고, 바람직하게는 상기 정렬 슬리브의 지지 섹션의 내경은 상기 내경보다 최대 약 0.5 mm, 예를 들어, 최대 약 0.1 mm, 예를 들어, 최대 약 0.01 mm 큰, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 7

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 그 전체 길이의 상기 제 1 섬유 단부 섹션 상에 또는 상기 지지 섹션에 접착됨으로써 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하고, 상기 정렬 슬리브는 바람직하게는 상기 PCF를 둘러싸도록 적용되고 그 중간 섹션과 같은 적어도 상기 지지 섹션의 열에 의해 접착됨으로써 상기 PCF 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하도록 배열된 모세관이며, 상기 정렬 슬리브는 바람직하게는 임의의 중간 물질 없이 상기 광섬유에 바람직하게 융합되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 8

제 2 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 유리, 바람직하게는 용융 실리카 유리와 같은 실리카 유리, 용융 석영 및/또는 도핑 실리카 및/또는 약 96%의 실리카 및 4%의 삼산화 붕소를 포함하는 붕규산 유리와 같은 붕규산 유리로 구성되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 9

제 2 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는, 1-2 μ m의 범위의 광과 같은, 1 μ m에서의 광에 대해 최대 1.45의 굴절률을 갖는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 10

제 2 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 불소 및/또는 붕소로 도핑된 실리카와 같은 다운 도핑 실리카(down doped silica)로 구성되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 11

제 2 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 상기 클래딩 영역의 유효 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 12

제 2 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 상기 내부 페룰 전방 섹션 내에 유지되며 상기 정렬 슬리브와 상기 내부 페룰 전방 섹션 사이에는 어떠한 중간 물질도 갖지 않으며, 바람직하게는 상기 정렬 슬리브는 기계적으로 유지되고 및/또는 상기 내부 페룰 전방 섹션에 융합되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 페룰 전방 섹션 및 상기 내부 페룰 후방 섹션은 서로 직접 고정되지 않고, 바람직하게는 상기 내부 페룰 전방 섹션 및 상기 내부 페룰 후방 섹션은 축방향으로 중간 갭을 갖도록 배열되고, 바람직하게는 상기 갭은 상기 내부 페룰 전방 섹션과 상기 내부 페룰 후방 섹션 사이의 축방향으로 거리를 제공하며, 상기 거리는 바람직하게는 약 1 mm 내지 약 10 cm, 예를 들어, 약 5 mm 내지 약 2cm 범위에 있는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 바람직하게는 축방향 위치에서 상기 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 기계적으로 유지함으로써, 상기 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 직접적으로 지지하고, 바람직하게는 상기 내부 폐를 전방 섹션의 단부 및 상기 제 1 섬유 단부는 상기 PCF 중심축에 수직인 평면 내에 정렬되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폐를 구조체는 상기 제 1 섬유 단부 섹션과 상기 내부 폐를 후방 섹션 사이에 환형 허메틱 밀봉을 형성하도록 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸도록 배치된 허메틱 솔더 요소를 포함하고, 상기 허메틱 솔더 요소는 상기 내부 폐를 후방 섹션의 앵커 길이 섹션보다 전방 환형 섹션에 더 가깝게 배치되고, 바람직하게는 상기 내부 폐를 후방 섹션의 앵커 길이 섹션은 완전한 환형은 아니며, 상기 내부 폐를 후방 섹션의 상기 앵커 길이 섹션은 바람직하게는 상기 PCF 둘레로 약 20도 내지 약 350도, 예를 들어, 약 180도 연장되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 16

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PCF는 상기 내부 폐를 후방 섹션의 고정 섹션으로부터 상기 제 1 섬유 단부까지의 상기 제 1 섬유 단부 섹션에는 중합체 코팅부가 없는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 17

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 약 200nm와 약 4 μ m 사이의 파장을 갖는 적어도 부분적으로 투명한 물질로 구성되며, 상기 내부 폐를 전방 섹션은 1 μ m의 광에 대한 1.45의 굴절률을 갖는 실질적으로 언도핑 실리카와 같은, 예를 들어, 용합된 또는 결정화된 석영으로 구성되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 18

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 후방 섹션은 용합된 또는 결정화된 석영 또는 금속 또는 합금으로 구성되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 19

제 1 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 외부 폐를 장치는 금속, 세라믹 또는 실리카와 같은 유리로 구성되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 20

제 1 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 외부 폐를 장치는 상기 내부 폐를 장치의 상기 내부 폐를 전방 섹션 및 상기 내부 폐를 후방 섹션 각각에 고정되어, 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지시켜서, 상기 PCF의 제 1 섬유 단부 섹션은 바람직하게는 상기 폐를 구조체 내에서 실질적으로 직선이 되도록 지지되고, 상기 외부 폐를 장치는 바람직하게는 접착제, 솔더 및/또는 용합 또는 레이저 용접에 의해 상기 내부 폐를 장치에 고정되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 21

제 1 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 섬유 단부 섹션은 실질적으로 상기 섬유에 가해지는 응력 발생 압력의 인가없이 상기 폐를 구조체에

장착되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 22

제 1 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 섬유 단부 섹션은 고정을 포함하는 상기 내부 폐를 후방 섹션에 대한 하나 이상의 접합부를 넘어 섬유에 직접 접합되는 일없이 상기 폐를 구조체에 장착되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 23

제 1 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폐를 구조체는 상기 제 1 섬유 단부의 전방에 배치된 단부 캡을 포함하고, 상기 단부 캡은 상기 내부 폐를 전방 섹션까지의 거리없이 또는 거리를 두고 장착되고, 상기 단부 캡은 바람직하게는 상기 내부 폐를 전방 섹션 또는 상기 외부 폐를 장치의 상기 외부 폐를 전방 섹션에 직접 고정되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 단부 캡은 상기 외부 폐를 장치의 상기 외부 폐를 전방 섹션에 고정되고, 상기 외부 폐를 장치는 바람직하게는 상기 외부 폐를 전방 섹션 및 상기 외부 폐를 후방 섹션을 포함하고, 상기 외부 폐를 후방 섹션은 상기 내부 폐를 후방 섹션 및 상기 내부 폐를 전방 섹션 모두에 고정되고, 상기 외부 폐를 전방 섹션은 상기 내부 폐를 전방 섹션에 고정되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 25

제 23 항 또는 제 24 항에 있어서,

상기 단부 캡은 항반사성 코팅된 실리카 단부 캡이고, 상기 단부 캡은 바람직하게는 렌즈이거나 또는 렌즈를 포함하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 26

제 1 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PCF는 중공 코어 섬유 또는 고형 코어 섬유이고, 바람직하게는 상기 제 1 섬유 단부(패킷)는 금속 또는 항반사성 코팅부를 갖는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 27

제 1 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PCF는 100 μm 미만, 바람직하게는 약 50 μm 이하, 예를 들어, 약 5 μm 내지 약 40 μm 의 코어 직경을 갖는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 28

제 23 항 및 제 25 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PCF는 중공 코어 섬유이고, 상기 단부 캡은 상기 외부 폐를 장치의 상기 외부 폐를 전방 섹션에 고정되어, 상기 단부 캡 및 상기 내부 폐를 전방 섹션 사이에 단부 캡 공간을 제공하고, 선택적으로 상기 중공 코어는 상기 섬유 패킷 상에 접착식 단부 부분 및 금속 또는 항반사성 코팅부를 갖는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 내부 폐를 장치는 유체를 주입 및/또는 인출하기 위한 상기 단부 캡 공간으로의 통로를 포함하고, 상기 통로는 바람직하게는 상기 내부 폐를 전방 섹션 및 상기 내부 폐를 후방 섹션의 각각의 적어도 하나의 추가 관통 구멍에 의해 제공되고, 상기 추가 관통 구멍은 바람직하게는 상기 폐를 구조체의 축에 실질적으로 평행하고, 더

육 바람직하게는 상기 추가 관통 구멍은 상기 내부 폐를 후방 섹션으로부터의 출구에 밸브 장치를 포함하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 30

제 1 항 내지 제 29 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 상기 후방 단부의 적어도 방사방향 외부 부분은 상기 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 져서, 상기 내부 폐를 장치에서 전파하는 광을 출력-결합하고, 상기 후방 단부의 방사방향의 반환형 또는 환형 외부 부분은 상기 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 져서, 상기 내부 폐를 장치에서 전파하는 광을 출력-결합하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 31

제 1 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 상기 후방 단부의 적어도 방사방향 내부 부분은 깔대기 형상을 형성하도록 상기 중심축에 대해 각이 지는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 32

제 1 항 내지 제 31 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 상기 후방 단부는 상기 폐를 내에서 전파하는 광과 같은 광을 후방 반사시키기 위해 반사성 코팅부로 코팅되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 33

제 1 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 전방 단부를 가지며, 상기 전방 단부는 입사광 및/또는 후방 반사광으로부터 상기 폐를 구조체를 보호하기 위해 반사성 코팅부로 코팅되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 34

제 1 항 내지 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 후방 섹션은 전방 단부를 가지며, 상기 전방 단부는 상기 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 지고 및/또는 상기 전방 단부는 입사광 및/또는 후방 반사광으로부터 보호하기 위해 반사성 코팅부로 코팅되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 35

제 1 항 내지 제 34 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 섬유 단부 섹션은 적어도 하나의 모드 스트립퍼 길이 섹션을 가지며, 상기 모드 스트립퍼 길이 섹션은 상기 모드 스트립퍼 길이 섹션의 광섬유와 접촉하게 도포된 모드 스트립핑 고굴절 물질 및/또는 산란층을 포함하고 및/또는 상기 모드 스트립퍼 길이 섹션의 상기 섬유는 적어도 약 $0.1\mu\text{m}$ 의 조도값(Ra)을 갖는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 PCF의 상기 모드 스트립퍼 길이 섹션은 상기 내부 폐를 전방 섹션과 상기 내부 폐를 후방 섹션 사이에 위치되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 37

제 35 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션 및 상기 내부 폐를 후방 섹션 중 적어도 하나는 상기 PCF의 상기 모드 스트립퍼 길이

섹션을 노출시키는 카빙을 가지며, 상기 카빙은 바람직하게는 적어도 약 20도 연장되도록 바람직하게는 상기 섬유를 부분적으로 둘러싸는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 38

제 1 항 내지 제 37 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폐물 구조체는 상기 내부 폐물 전방 섹션의 외부 표면과 직접 접촉하게 배치된 모드 스트립퍼 코팅부를 포함하고, 상기 모드 스트립퍼 코팅부는 바람직하게는 상기 내부 폐물 전방 섹션 및 상기 외부 폐물 장치 사이에 수용되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 39

제 1 항 내지 제 38 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폐물 구조체는 상기 외부 폐물 장치를 둘러싸는 외부 정렬 재킷을 포함하고, 상기 외부 정렬 재킷은 정렬, 바람직하게는 축방향(z 방향)으로의 정렬, 방사방향들(x, y 방향)로의 정렬 및/또는 회전 정렬을 위한 수단을 포함하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 40

제 39 항에 있어서,

상기 정렬 수단은 위치 제어로 장착하기 위한 플랜지와 같은 하나 이상의 플랜지를 포함하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 41

제 39 항 또는 제 40 항에 있어서,

상기 정렬 수단은 회전 섬유 배향, 예를 들어, PM 배향을 위한 마커를 포함하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 42

제 1 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폐물 구조체는 냉각 유체에 의해 상기 냉각 유체를 위한 적어도 하나의 입구 및 적어도 하나의 출구를 갖는 통로들을 포함하는 상기 외부 폐물 장치 및/또는 상기 외부 정렬 재킷을 냉각시키도록 구성되는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 43

제 1 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조립체는 온도, 커넥터 성능 및/또는 섬유 손상을 감시하기 위해, 하나 이상의 광학 센서 및/또는 전기 센서 및/또는 화학 센서와 같은, 하나 이상의 센서를 추가로 포함하는, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 44

제 1 항 내지 제 43 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조립체는 상기 PCF의 제 2 단부 섹션에 연결된 제 2 폐물 구조체를 포함하고, 상기 제 2 폐물 구조체는 바람직하게는 제 1 항 내지 제 43 항 중 어느 한 항에 따른 폐물 구조체와 같은, 광결정 섬유(PCF) 조립체.

청구항 45

제 1 항 내지 제 44 항 중 어느 한 항에 따른 PCF 조립체를 포함하는 레이저 시스템.

청구항 46

제 45 항에 있어서,

상기 레이저 시스템은 레이저 광원을 포함하고, 상기 PCF 조립체는 상기 레이저 광원으로부터 수광하기 위해 상

기 레이저 광원에 광학적으로 연결되고, 장치의 광 사용 스테이션(light employing station)에 상기 광을 전달하기 위해 적용되고, 바람직하게는 상기 펄스 구조체를 갖는 상기 제 1 섬유 단부는 상기 사용자 장치에 연결되도록 적용되는, 레이저 시스템.

청구항 47

제 45 항 또는 제 46 항에 있어서,

상기 레이저 광원은 레이저 광 펄스를 발생시키도록 구성되고, 바람직하게는 상기 레이저 광원은 펨토초(femtosecond) 레이저 광원인, 레이저 시스템.

청구항 48

제 47 항에 있어서,

상기 레이저 광원은 약 30 fs 내지 약 30 ps, 예를 들어, 약 100 fs 내지 약 10 ps의 펄스 지속 시간을 갖는, 레이저 시스템.

청구항 49

제 47 항 또는 제 48 항에 있어서,

상기 레이저 광원은 상기 레이저 광원의 출구에서 결정된 피크 출력을 가지며, 상기 피크 출력은 적어도 약 5 kW, 예를 들어, 적어도 약 10 kW, 예를 들어, 적어도 약 30 kW, 예를 들어, 적어도 약 50 kW 인, 레이저 시스템.

청구항 50

제 47 항 내지 제 49 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이저 광원은 능동 모드 로킹된 레이저 또는 수동 모드 로킹된 레이저와 같은 모드 로킹된 레이저이고, 상기 모드 로킹된 레이저는 바람직하게는 하나 이상의 증폭기를 포함하는, 레이저 시스템.

청구항 51

제 45 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PCF는 중공 코어 PCF이고, 바람직하게는 상기 중공 코어 PCF는 약 200 nm 내지 약 4.5 μm 범위의 적어도 하나의 파장, 바람직하게는 1000 nm 내지 약 1100 nm 범위의 적어도 하나의 파장을 포함하는 광을 안내하도록 구성되는, 레이저 시스템.

청구항 52

제 51 항에 있어서,

상기 PCF는, 바람직하게는 적어도 약 0.1 μm , 예를 들어, 적어도 약 0.3 μm , 예를 들어, 적어도 약 0.5 μm 에 걸쳐 있는 연속 광 파장을 안내하도록 구성되는, 레이저 시스템.

청구항 53

제 51 항 또는 제 52 항에 있어서,

상기 중공 코어 PCF는 외부 클래딩 영역 및 상기 외부 클래딩 영역에 의해 둘러싸인 N 개의 중공 튜브들을 포함하며, 상기 중공 튜브들 각각은 상기 외부 클래딩에 융합되어 내부 클래딩 영역 및 상기 내부 클래딩 영역에 의해 둘러싸인 상기 중공 코어 영역을 한정하는 링을 형성하고, 바람직하게는 N은 6 내지 12, 보다 바람직하게는 N은 7인, 레이저 시스템.

청구항 54

제 53 항에 있어서,

상기 중공 튜브들은 서로 접촉하지 않고, 바람직하게는 상기 중공 튜브들은 인접한 중공 튜브들과 실질적으로

동일한 거리로 배치되는, 레이저 시스템.

청구항 55

제 45 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PCF는 고휘 코어 PCF이고, 바람직하게는 상기 고휘 코어 PCF는 복수의 비고체 및/또는 고체 클래딩 개재물을 포함하는 미세구조화된 고휘 코어 PCF이고, 상기 고휘 코어 PCF는 바람직하게는 약 200 nm 내지 약 4.5 μ m 범위의 적어도 하나의 파장, 바람직하게는 1000 nm 내지 약 1100 nm의 범위의 적어도 하나의 파장을 포함하는 광을 안내하도록 구성되는, 레이저 시스템.

청구항 56

제 45 항 내지 제 55 항 중 어느 한 항에 있어서,

PCF는 약 3 μ m 내지 약 100 μ m, 예를 들어, 약 10 μ m 내지 약 50 μ m, 예를 들어, 약 10 μ m 내지 약 30 μ m의 코어 영역 직경을 갖는, 레이저 시스템.

청구항 57

제 1 항 내지 제 44 항 중 어느 한 항에 따른 PCF 조립체에 적합한 상관 페룰 요소 세트로서, 상기 페룰 요소 세트는

- 내부 페룰 장치를 형성하기 위한 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션; 및
- 외부 페룰 장치를 포함하고,

상기 내부 페룰 전방 섹션, 상기 내부 페룰 후방 섹션 및 상기 외부 페룰 장치의 각각은 길이 및 중심축을 가지며 상기 각각의 중심축과 평행하거나 일치하는 주 중공 관통 구멍을 포함하며, 상기 상관 페룰 요소 세트는 바람직하게는 길이 및 중심축을 갖는 정렬 슬리브 및 상기 중심축과 평행하거나 또는 일치하는 주 중공 관통 구멍을 추가로 포함하는, 상관 페룰 요소 세트.

청구항 58

제 45 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브가 상기 내부 페룰 전방 섹션의 주 중공 관통 구멍에 위치될 수 있고 상기 내부 페룰 전방 섹션 및 상기 내부 페룰 후방 섹션이 상기 내부 페룰 장치를 형성하기 위해 상기 외부 페룰 장치의 주 중공 관통 구멍에 장착될 수 있도록, 상기 요소들은 상관되는, 상관 페룰 요소 세트.

청구항 59

제 57 항 또는 제 58 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 모세관이고, 상기 정렬 슬리브의 상기 주 중공 관통 구멍은 약 2mm 이하, 예를 들어, 약 1mm 이하, 예를 들어, 약 0.5mm 이하의 내경을 가지며, 상기 정렬 슬리브는 바람직하게는 그 길이의 적어도 일부에서 접철가능한, 상관 페룰 요소 세트.

청구항 60

제 57 항 내지 제 59 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정렬 슬리브는 바람직하게는 적어도 약 1mm, 예를 들어, 약 2mm 내지 약 5cm인 축방향의 길이를 갖는, 상관 페룰 요소 세트.

청구항 61

제 57 항 내지 제 60 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세트는 상기 내부 페룰 전방 섹션에 장착됨으로써 또는 상기 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션에 장착됨으로써 상기 내부 페룰 전방 섹션 앞에 배치되도록 구성되는 단부 캡을 추가로 포함하고, 상기 단부 캡은 바람직하게는 항반사성 코팅된 실리카 단부 캡인, 상관 페룰 요소 세트.

청구항 62

제 57 항 내지 제 61 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션 및 상기 내부 폐를 후방 섹션 각각은 유체 통로를 제공하기 위한 하나 이상의 추가 관통 구멍을 포함하고, 상기 추가 관통 구멍은 바람직하게는 상기 각자의 내부 폐를 섹션들의 축과 실질적으로 평행하고, 더욱 바람직하게는 상기 내부 폐를 후방 섹션으로부터의 출구에서의 추가 관통 구멍은 밸브 장치를 포함하는, 상관 폐를 요소 세트.

청구항 63

제 57 항 내지 제 62 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 적어도 상기 후방 단부의 방사방향 외부 부분은 상기 내부 폐를 전방 섹션의 중심축에 대해 각이 지고 및/또는 상기 후방 단부는 반사성 코팅부로 코팅되는, 상관 폐를 요소 세트.

청구항 64

제 57 항 내지 제 63 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션은 전방 단부를 가지며, 상기 전방 단부는 반사성 코팅부로 코팅되는, 상관 폐를 요소 세트.

청구항 65

제 57 항 내지 제 64 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 후방 섹션은 전방 단부를 가지며, 상기 전방 단부는 상기 내부 폐를 후방 섹션의 상기 중심축에 대해 각이 지고 및/또는 상기 전방 단부는 반사성 코팅부로 코팅되는, 상관 폐를 요소 세트.

청구항 66

제 57 항 내지 제 65 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 내부 폐를 전방 섹션 및 상기 내부 폐를 후방 섹션 중 적어도 하나는 그 주 중공 관통 구멍 내에 카빙을 가지며, 상기 카빙은 바람직하게는 적어도 약 20도로 연장되는 환형 방향의 연장부를 갖는, 상관 폐를 요소 세트.

청구항 67

제 57 항 내지 제 66 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세트는 상기 외부 폐를 장치를 둘러싸게 배열될 수 있도록 상기 외부 폐를 장치에 상관된 외부 정렬 재킷을 추가로 포함하며, 상기 외부 정렬 재킷은 바람직하게는 정렬 수단을 포함하는, 상관 폐를 요소 세트.

청구항 68

제 45 항 내지 제 56 항 중 어느 한 항에 따른 레이저 시스템을 포함하는 장치에 있어서,

상기 PCF 조립체는 상기 장치의 수광 스테이션에 광을 전달하도록 구성되는, 장치.

청구항 69

제 68 항에 있어서,

상기 장치는 타겟을 조명하도록 구성된 조명 장치이고, 상기 조명 장치는 바람직하게는 현미경, 분광기 또는 내시경으로부터 선택되는, 장치.

청구항 70

제 69 항에 있어서,

상기 조명 원은 형광 이미징; 형광 수명 이미징(FILM); 총 내부 반사 형광(TIRF) 현미경; 형광 공명 에너지 전달(FRET); 펄스 인터리빙 여기 기동 공진 에너지 전달(PIE-FRET); 광대역 분광법; 나노포토닉스(nanophotonics); 유동 세포 분석법; 계측과 같은 산업 검사; 가스 감지와 같은 링다운 분광법(ringdown spectroscopy); 분석 분광법, 예를 들어, 하이퍼 스펙트럴 분광법, 작물, 예를 들어, 과일 분석 및 비행 시간 분석기(TCSPC); 단일 분자 이미징 및/또는 이들의 조합에 적합한, 장치.

청구항 71

제 68 항에 있어서,

상기 장치는 바람직하게는 천공, 마킹, 절단 및/또는 스크라이브(scribing)와 같은 재료 가공용 미세가공 장치인, 장치.

청구항 72

제 68 항에 있어서,

상기 장치는 눈(안과) 수술 장치와 같은 수술 장치인, 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 PCF 및 적어도 하나의 페룰 구조체를 포함하는 광결정 섬유(PCF) 조립체에 관한 것이다. 본 발명은 또한 레이저 시스템 및 상기 레이저 시스템을 포함하는 장치를 포함한다. 또한, 본 발명은 상관 페룰 요소 세트를 포함한다.

배경 기술

[0002] 본원에서 PCF로 지칭되는 광결정 섬유는 광자 움직임에 영향을 주는 광 나노 또는 미세구조체를 포함하는 섬유의 한 등급에 속한다. PCF(때로는 홀리 섬유, 홀 보조 섬유, 미세구조체 섬유 또는 미세구조화 섬유라고도 함)는 적어도 부분적으로 미세구조체, 예를 들어, 주변 배경 물질과는 다른 굴절률을 갖는 공기(또는 가스) 구멍 또는 고체 미세구조체의 배열에 의해서 그 도파관 특성을 얻는다. 매우 상이한 성질을 가진 PCF로 이어지는 매우 다양한 구멍/미세구조체 배열이 있다.

[0003] PCF의 예는 미국 특허 제 6,985,661 호, 미국 특허 제 8,938,146 호 또는 미국 특허 제 7,792,408 호에 기재된 PCF를 포함한다.

[0004] 그러한 PCF의 마감은 특허, 미세구조체 및 선택적으로 중공 미세구조체 및/또는 중공 코어로 인해 종종 다소 어려워진다.

[0005] 종래의 스텝-인덱스 섬유(step-index fiber), 즉, 균일 굴절률을 갖는 코어 및 코어-클래딩 계면에서 굴절률의 급격한 감소를 제공하는 보다 낮은 굴절률을 갖는 주변 클래딩을 갖는 광섬유를 위한 단자 구조체가 잘 알려져 있다. 미국 특허 제 4,737,011 호에는 섬유 단부로 펌핑된 고출력 광이 커넥터 물질을 연소 또는 용융시키는 위험성이 적어지도록 설계된 대형 코어 스텝-인덱스 광섬유용 커넥터가 개시되어 있다. 커넥터는 금속 플러그 본체를 갖는 홀더와, 광섬유의 단부면으로부터 일정 거리에서 광섬유를 지지하도록 구성된 지지부를 갖는 방사상 내부에 배치된 슬리브를 포함하고, 상기 지지부는 투명 또는 반투명 내열성 무기 물질, 예를 들어, 1500°C 이상의 용점을 가지며 광섬유의 클래딩 보다 높은 굴절률을 갖는 세라믹 물질 또는 사파이어를 사용한다. 섬유가 커넥터에 어떻게 장착되는지는 설명하지 않는다.

[0006] 일반적으로 취급하기 쉽고 먼지, 습기 및 열에 대해 충분히 보호되도록 광섬유를 마감하는 것이 바람직하다.

[0007] PCF의 소형 직경 및 코어 직경과 일반적으로 높은 가요성은 정확한 빔 전달 시스템에서 실제로 유용하게 되기 위하여, PCF의 마감이 마감 지점에서 기계적으로 견고한 구조체 - 일반적으로 페룰 또는 페룰 구조체에서 유지될 것을 요구한다.

[0008] 미국 특허 제 7,242,835 호는 섬유를 손상시킬 수 있는 고 에너지 광 신호를 전달하기 위한 섬유 코어를 갖는 광섬유 및 상기 광 신호를 상기 코어 내로 향하게 하기 위한 상기 코어 주위의 구조화 영역으로서, 상기 코어 둘레에 배치된 얇은 벽에 의해 한정된 상기 코어보다 작은 내경을 갖는 복수의 채널들을 특징으로 하는, 상기

구조화 영역을 포함하는 섬유 마감 조합(fiber termination combination); 상기 광 신호가 상기 섬유의 미세구조화 영역에서 충돌하는 것을 차단하기 위해 차단 구조체와 협력하는 섬유 말단부 섹션을 둘러싸는 섬유의 단부에서 상기 섬유를 위치시키기 위한 내부 개방부를 갖는 페룰; 및 상기 섬유 코어와 정합하는 개방부를 갖는 섬유의 단부 위에 배치되고, 광신호가 상기 섬유의 미세구조화 영역 상에 상기 광 신호가 충돌하는 것을 차단하는 차단 구조체를 포함한다.

[0009] 미국 특허 제 7,373,062 호는 중공 섬유 코어를 포함하는 광섬유를 개시하고 있으며, 상기 중공 섬유 코어의 양자 섬유 단부의 전면이 개방되어 있고 각각의 섬유 단부는 방진 방식(dustproof fashion)으로 보호 요소에 의해 둘러싸여 있다. 보호 요소는 중공 섬유 코어에 광을 결합 및 결합해제하기 위해 섬유 단부의 전면에 윈도우를 포함한다.

[0010] 미국 특허 제 7,306,376 호는 섬유가 모놀리식 유닛(monolithic unit)을 형성하기 위하여 융합에 의해 접합되어 마감되는 모놀리식 광 페룰을 개시하고, 상기 모놀리식 유닛은 섬유 및 페룰에 대한 손상없이, 광 손실을 최소화하고 양호하게는 500W 정도 및 그 이상의 고출력 레이저 방사선을 전달할 수 있다. 단부 캡, 섬유 및 가용성 분말은 실질적으로 동일한 물리적 특성을 갖는 물질로 구성되어, 모든 것이 함께 융합될 때, 그렇게 형성된 구조체는 모놀리식이고 광학 경로는 투명하다.

[0011] 상기 개시된 종래 기술의 섬유 마감은 일반적으로 섬유에 장착하기가 어렵고 종종 섬유의 손상을 초래하거나 또는 z 방향(섬유의 축방향)으로 불량한 정렬 및/또는 다른 요소에 대한 섬유의 불량한 결합을 초래하는 광섬유의 불량한 고정을 초래한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 상술한 단점들 중 적어도 하나를 완화시키는 PCF의 단부 마감 구조체를 제공하는 것이다.

[0013] 일 실시예에서, 본 발명의 목적은 z 방향으로 PCF 및 페룰의 양호한 정렬을 제공하고 조립하는 것이 상대적으로 간단한 PCF의 단부 마감 구조체를 제공하는 것이다.

[0014] 일 실시예에서, 본 발명의 목적은 그 마감 단부에서, 특히 먼지, 습기 및/또는 열에 대한 PCF의 안전한 보호를 제공하는 PCF의 단부 마감 구조체를 제공하는 것이다.

[0015] 일 실시예에서, 본 발명의 목적은 클래딩 모드를 제거하기 위한 새로운 옵션을 제공하는 PCF의 단부 마감 구조체를 제공하는 것이다.

[0016] 일 실시예에서, 본 발명의 목적은 PCF가 5 KW 초과 출력과 같은 비교적 높은 출력에서 작동하는 경우에도 긴 수명을 갖는 PCF의 단부 마감 구조체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 이들 및 다른 목적은 청구범위에서 규정되고 하기에 기술되는 본 발명 또는 그 실시예에 의해 해결되었다.

[0018] 본 발명 또는 그 실시예는 다음의 설명으로부터 당업자에게 명백해질 다수의 추가 장점을 갖는 것으로 확인되었다.

[0019] "z 방향"이라는 용어는 축방향을 의미하고 "축으로"이라는 용어는 축을 따른 것을 의미한다.

[0020] "방사상 거리(radial distance)"의 문구는 PCF, 페룰 구조체 또는 그 요소와 같은 해당 구조체의 중심축으로부터 방사방향으로 결정된 거리를 의미한다. "방사방향"이라는 문구는 중심축으로부터의 방향이고 축에 대하여 방사상 외향 및 "방사상으로" 배향이다.

[0021] "실질적으로"의 용어는 통상의 제품 차이 및 허용 오차가 용어의 범위 내에 포함됨을 의미하는 것으로 고려되어야 한다.

[0022] "약"이라는 용어는 일반적으로 측정 불확실성 내에 있는 것을 포함하는데 사용된다. 범위 내에서 사용되는 용어 "약"은 측정 불확실성 내에 있는 것이 범위에 포함됨을 의미하는 것으로 고려되어야 한다.

[0023] 본원에서 사용된 용어 "포함하다/포함하는(comprises/comprising)"은 개방적 용어로 해석되어야 하며, 즉, 요소(들), 단위(들), 정수(들), 단계(들), 성분(들) 및 이들의 조합(들)을 포함하지만, 하나 이상의 다른 언급된 특

장의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다는 것이 강조되어야 한다.

- [0024] 상세한 설명 또는 청구범위 전체에서, 단수는 달리 특정되거나 문맥에 의해 요구되지 않는 한 복수를 포함한다.
- [0025] 달리 명시되지 않는 한 모든 직경은 단면 직경이다.
- [0026] 본 발명에 따르면, 단부 마감 구조체는 PCF 조립체의 형태로 제공된다.
- [0027] 본 발명의 PCF 조립체는 PCF 및 적어도 하나의 페룰 구조체를 포함한다. PCF는 중심축을 가지며, 코어 영역 및 클래딩 영역 및 제 1 섬유 단부를 갖는 제 1 섬유 단부 섹션을 포함한다.
- [0028] 페룰 구조체는 중심축을 가지며 제 1 섬유 단부 섹션에 장착된다. 페룰 구조체는 내부 페룰 장치 및 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸는 외부 페룰 장치를 포함한다. 본 발명에 따르면, 페룰 구조체에 내부 페룰 장치 및 외부 페룰 장치를 제공함으로써, 섬유 및 페룰 구조체를 훨씬 간단하게 조립할 수 있는 새로운 형태의 페룰 구조체가 제공되는 것으로 확인되었다. 특히, 내부 페룰 전방 섹션과 내부 페룰 후방 섹션을 포함하는 내부 페룰 장치를 성형함으로써 훨씬 간단한 조립이 제공된다는 것이 확인되었다.
- [0029] 일 실시예에서, 내부 페룰 장치는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치한 내부 페룰 후방 섹션을 포함한다. 각각의 내부 페룰 섹션은 내부 단면 직경을 가지며 적어도 그 길이는 PCF를 완전히 둘러싼다. 내부 페룰 후방 섹션은 앵커 길이 섹션에서 제 1 섬유 단부 섹션에 대해 고정되고 내부 페룰 전방 섹션은 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션을 지지한다. 바람직하게는 내부 페룰 전방 섹션은 제 1 섬유 단부 섹션에 고정되거나 결박되지 않고 제 1 섬유 단부 섹션을 단지 지지하여 올바른 방사상 정렬을 보장한다.
- [0030] 일 실시예에서, "제 1 섬유 단부의 근위"라는 어구는 제 1 섬유 단부에 가까운, 바람직하게는 제 1 섬유 단부에 인접한 것을 의미한다.
- [0031] 제 1 섬유 단부 섹션에서의 PCF 중심축과 페룰 구조체 중심축은 실질적으로 평행한 것이 바람직하다. PCF는 원칙적으로 페룰 구조체 중심축으로부터 일정한 거리에 배치될 수 있지만, 대부분의 적용에서는 제 1 섬유 단부 섹션의 PCF 중심축과 페룰 구조체 중심축이 일치하여 조립이 더 간단해지는 것이 바람직하다.
- [0032] 조립시, 제 1 섬유 단부는 내부 페룰 후방 섹션에 장착되어 고정된다. 이어서, 이전에 또는 동시에, 제 1 섬유 단부 섹션이 내부 페룰 전방 섹션에 장착되고 제 1 섬유 단부가 z 방향의 원하는 위치에 정렬된다. 그 후, 외부 페룰 장치는 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션을 서로에 대한 위치에 유지하도록 장착되어 페룰 구조체에 대해 제 1 섬유 단부 정렬을 고정시킨다. 내부 페룰 후방 섹션에만 섬유의 직접 고정을 제공함으로써, 섬유 단부 패킷의 훨씬 간단한 정렬이 얻어질 수 있는데, 이는 상기 내부 페룰 전방 섹션과 상기 내부 페룰 후방 섹션 사이의 거리가 상기 내부 페룰 전방 섹션과 상기 내부 페룰 후방 섹션을 외부 페룰 장치에 장착함으로써 상기 내부 페룰 전방 섹션과 상기 내부 페룰 후방 섹션 사이의 거리를 고정하기 전에 섬유 단부 패킷을 z 방향의 원하는 위치에 배치하도록 적용될 수 있기 때문이다.
- [0033] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션은 서로 직접 고정되지 않지만, 단지 외부 페룰 장치에 의해 결합되고 제 위치에 유지된다. 바람직하게는 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션은 축방향으로 중간 갭을 갖도록 배치된다. 상기 갭은 내부 페룰 전방 섹션과 내부 페룰 후방 섹션 사이의 축방향 거리를 유리하게 제공한다. 상기 거리는 바람직하게는 약 1 mm 내지 약 10 cm 범위, 예를 들어, 약 5 mm 내지 약 2 cm 범위이다.
- [0034] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션과 내부 페룰 후방 섹션 사이의 중간 갭은 예를 들어, 반환형 갭을 형성하기 위해 PCF 둘레로 부분적으로 연장된다. 일 실시예에서, 갭은 PCF 주위로 완전히 연장되어 환형 갭을 형성하고, 이에 따라 내부 페룰 전방 섹션과 내부 페룰 후방 섹션 사이의 거리를 형성한다. 두 경우 모두, 제 1 섬유 단부 섹션의 일부는 내부 페룰 장치에 의해 덮이지 않는다.
- [0035] 일 실시예에서, 조립체는 내부 페룰 전방 섹션과 제 1 섬유 단부 섹션 사이에 배치된 정렬 슬리브를 추가로 포함한다. 그에 따라, 내부 페룰 전방 섹션은 정렬 슬리브를 통해 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션을 지지한다. 정렬 슬리브는 제 1 섬유 단부에서 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸고 지지하도록 배치되는 것이 바람직하다.
- [0036] 조립시, 정렬 슬리브는 제 1 섬유 단부에 대해 z 방향의 원하는 위치에서 제 1 섬유 단부 섹션에 장착되고 그 후 내부 페룰 전방 섹션이 장착된다.

- [0037] 정렬 슬리브 및 그 사용은 PCF가 일반적으로 외경이 크게 상이하므로 정렬 슬리브없이 페룰 전방 섹션의 개별 크기를 필요로 하기 때문에 매우 유리한 것으로 확인되었다. 또한, 아래에 설명된 바와 같이, 정렬 슬리브는 예를 들어, 충분한 지지를 제공하기 위해 정렬 슬리브를 섬유 주위에 크림핑함으로써 다른 외경을 갖는 PCF에 적합하도록 제공될 수 있다.
- [0038] 바람직하게는, 정렬 슬리브는 전체 길이의 제 1 섬유 단부 섹션 상으로 또는 그 지지 섹션에 접착됨으로써 제 1 섬유 단부 섹션을 지지한다. 따라서, 정렬 슬리브에 적합한 물질은 예를 들어, 열의 인가에 의해서 제 1 섬유 단부 섹션 상에 크림핑되거나 접착될 수 있는 물질을 포함한다. 정렬 슬리브는 바람직하게는 제 1 섬유 단부에 고정되거나 결박되지 않고, 제위치에 기계적으로 유지되어 형광체에 원하는 축방향 지지를 제공한다.
- [0039] 일 실시예에서, 정렬 슬리브는 PCF에 융합된다.
- [0040] 바람직하게는, 정렬 슬리브는 유리, 바람직하게는 용융 실리카 유리와 같은 실리카 유리, 용융 석영 및/또는 도핑 실리카 및/또는 예를 들어, 상표 VycorTM 으로 판매되는 붕규산 유리와 같은, 약 96%의 실리카 및 4%의 삼산화 붕소를 포함하는 붕규산 유리이다.
- [0041] 도핑된 유리는 예를 들어, 불화물 도핑 실리카, 붕소 도핑 실리카 및/또는 게르마늄 도핑 실리카를 포함할 수 있다. 유리를 도핑함으로써, 유리는 보다 가단성되고 접착되기에 더 단순해질 수 있다.
- [0042] 상기 정렬 슬리브는 바람직하게는 1 내지 2 μ m의 범위의 광과 같은, 1 μ m의 광에 대해서 굴절률이 최대 1.45인 실리카인 것이 확인되었다.
- [0043] 일 실시예에서, 정렬 슬리브는 불소 및/또는 붕소로 도핑된 실리카와 같은 다운 도핑 실리카이다.
- [0044] 일 실시예에서, 정렬 슬리브는 클래딩 영역의 유효 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는다.
- [0045] 바람직하게는, 정렬 슬리브는 PCF에서 투과된 또는 투과 가능한 광의 파장에 대해 실질적으로 완전히 투명하므로, 흡수 광에 의한 과도한 가열의 위험이 감소되거나 회피된다.
- [0046] 정렬 슬리브는 바람직하게는 모세관이고 상기 모세관은 PCF를 둘러싸도록 적용되고 그 중심 섹션과 같이 적어도 지지 섹션에서 열에 의해 접착되어서 PCF 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하도록 배열된다. 이러한 구성은 매우 간단하고 효과적이며 따라서, 경제적으로 실현 가능하다.
- [0047] 정렬 슬리브의 섹션을 단지 접착시킴으로써, 정렬 슬리브의 비접착된 길이 부분은 내부 페룰 전방 섹션의 단면 내경에 맞는 외부 단면 직경을 가지도록 성형될 수 있다. 이에 따라, 내부 페룰 전방 섹션의 내경은 비접착된 정렬 슬리브의 외경과 상관이 되고, 상이한 외경을 갖는 PCF는 정렬 슬리브의 지지 길이 섹션의 접착에 의해 정렬 슬리브 내에 장착될 수 있다.
- [0048] 바람직하게는, 정렬 슬리브는 정렬 슬리브와 내부 페룰 전방 섹션 사이에 어떠한 중간 물질도 없이 상기 내부 페룰 전방 섹션 내에 유지된다. 일 실시예에서, 정렬 슬리브는 상기 내부 페룰 전방 섹션에 기계적으로 고정 및/또는 융합된다.
- [0049] 바람직하게는, 내부 페룰 전방 섹션은 미리 선택된 축방향 위치에서 정렬 슬리브를 둘러싸고 유지한다. 내부 페룰 전방 섹션의 내경은 바람직하게는 정렬 슬리브가 내부 페룰 전방 섹션의 중공 관통 구멍의 보어 내로 삽입될 수 있도록 약간 큰 것과 같이 정렬 슬리브의 최대 외경보다 약간 더 크게 예를 들어, 직경이 약 0.1 μ m 내지 약 2 mm보다 크게, 예를 들어, 약 1 μ m 내지 약 1 mm보다 크게, 예를 들어, 약 0.1 mm 내지 약 0.01 mm 보다 약간 더 크게 함으로써 정렬 슬리브와 상관된다.
- [0050] 유리하게는, 정렬 슬리브는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 PCF를 둘러싼다. 바람직하게는 제 1 섬유 단부 및 정렬 슬리브의 단부는 PCF 중심축에 수직인 평면 내에 정렬된다.
- [0051] 정렬 슬리브는 원칙적으로 내부 페룰 전방 섹션의 길이와 같은 임의의 길이(축방향으로 결정됨)를 가질 수 있다. 실제로, 정렬 슬리브는 비교적 짧지만 전자기력의 지지를 보장하기에 충분히 긴 것이 바람직하다. 바람직하게는, 정렬 슬리브는 축방향으로 적어도 약 1mm, 예를 들어, 약 2mm 내지 약 5cm, 예를 들어, 약 5mm 내지 약 2cm의 길이를 갖는다. 대부분의 PCF 조립체에서 정렬 슬리브의 최적 길이는 약 10mm인 것으로 확인되었다.
- [0052] 일 실시예에서, 정렬 슬리브는 적어도 제 1 섬유 단부 섹션의 외경에 적합한 그 지지 섹션을 따라 내경을 가짐으로써 제 1 섬유 단부 섹션을 지지한다. 이 실시예에서, 정렬 슬리브의 지지 섹션의 내경은 내경보다 최대 약 0.5 mm, 예를 들어, 최대 약 0.1 mm, 예를 들어, 최대 약 0.01 mm 큰 것이 바람직하다. 정렬 슬리브가 제 1 섬유

유 단부 섹션에 크립프 또는 접철되는 경우, 비 접철 또는 비-크립프된 상태의 정렬 슬리브의 내경은 예를 들어, PCF 직경보다 최대 약 5 mm 크고, 예를 들어, PCF 직경보다 최대 약 3 mm 크고, 예를 들어, 최대 약 1 mm 더 클 수 있다.

[0053] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션은 정렬 슬리브를 통해 제 1 섬유 단부 섹션을 지지하고 정렬 슬리브를 축 방향 위치에 기계적으로 유지함으로써 정렬 슬리브의 단부 및 내부 페룰 전방 섹션의 단부는 페룰 구조체의 중심축에 수직인 평면내에 정렬된다. 바람직하게는 제 1 섬유 단부, 정렬 슬리브의 단부 및 내부 페룰 전방 섹션의 단부는 PCF 중심축에 수직인 평면 내에 정렬된다.

[0054] 페룰 조립 시에, 정렬 슬리브는 z 방향으로 이동되어 z 방향으로 예를 들어, 외부 페룰 기준점과 관련하여 섬유 패킷의 원하는 위치를 달성한다. 이로써 페룰의 원하는 광학 초점이 달성되는지 확인할 수 있다. 후속적으로, 이전에 또는 동시에, 섬유는 후방 내부 페룰 섹션에 고정된다.

[0055] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션은 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션을 정렬 슬리브로 직접 지지하고 바람직하게는 축방향 위치에서 제 1 섬유 단부의 근위에 제 1 섬유 단부 섹션을 기계적으로 유지함으로써 지지한다. 바람직하게는 내부 페룰 전방 섹션의 단부와 제 1 섬유 단부는 PCF 중심축에 수직인 평면에 정렬된다. 유리하게는, 내부 페룰 전방 섹션의 내경이 상기 내경보다 최대 약 0.5mm, 예를 들어, 최대 약 0.1mm, 예를 들어, 최대 약 0.01mm 큰 것이 바람직하다.

[0056] 실제 사용에서, PCF의 광 출사 단부에서의 광의 일부분은 PCF의 입력 단부에서 반사된 및/또는 입사하는 방사선으로 인하여, 클래딩 모드로서 클래딩에서 안내될 수 있고 PCF 섬유에 집중되어 전송되는 광의 일부분은 예를 들어, 섬유 안으로의 빔 파라미터의 불일치, 쏠점 렌즈 결합 및 광학 표면 상의 먼지/결합 및 유사사항으로 인하여 클래딩 모드로서 안내될 수 있다. 이러한 클래딩 모드는 고출력 전송에 사용될 때 매우 높은 온도를 초래할 수 있다. 특히, 페룰 구조체 내에 봉입된 PCF의 마감 단부에서의 온도가 지나치게 높아져서 PCF의 중합체 코팅부를 손상시킬 수 있고, 이로 인해 페룰 구조체와 PCF 사이의 전체 마감 및 고정을 손상시킬 수 있다.

[0057] 코어에 결합되지 않은 입사 방사선의 성분은 그것이 제거("박리")되는 보호성 중합체 코팅으로 발산될 때까지 클래딩 내에서 전파된다. 섬유에 입력되는 레이저 방사 원이 고출력 레이저인 경우, 이 클래딩 모드에서의 방사선 강도는 보호 중합체 코팅부를 쉽게 연소시켜 섬유를 파괴할 수 있다. 예를 들어, 산업 작업편 타겟(특히 금속 타겟)에 대한 레이저 방사가 섬유를 향하여 상당한 양의 출력으로 반사되어서, 방사가 광섬유의 코어가 아닌 외장 둘레로 결합된다. 이러한 이유로, 보호 중합체 코팅으로 발산되어 파괴하기 전에 모든 섬유 마감부에서 임의의 클래딩 모드 방사선을 제거할 필요가 있다. "모드 스트리핑(mode stripping)"은 이러한 클래딩 모드를 제거하는데 사용되는 수많은 기술에 주어진 명칭이다.

[0058] 이 문제는 PCF가 내부 페룰 후방 섹션 및 그 제 1 섬유 단부에 대한 그 앵커 길이 섹션으로부터 중합체가 없는, 본 발명의 실시예에 의해 해결되었다. 일 실시예에서, 상기 페룰 구조체는 상기 제 1 섬유 단부 섹션과 상기 내부 페룰 후방 섹션 사이에 환형 허메틱 밀봉을 형성하기 위해 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸도록 배치된 허메틱 솔더 요소를 포함한다. 허메틱 솔더 요소는 내부 페룰 후방 섹션의 앵커 길이 섹션보다 전방 환형 섹션에 더 가깝게 배치된다. 또한, 내부 페룰 후방 섹션의 앵커 길이 섹션은 바람직하게는 완전 환형이 아니며, 이에 따라 앵커 길이 섹션 및 바람직하게는 허메틱 솔더 요소에서 열이 PCF로부터 소산될 수 있게 한다. 내부 페룰 후방 섹션의 앵커 길이 섹션은 바람직하게는 PCF 주위로 약 180도(반환형)와 같이 약 20도 내지 약 350도로 연장된다.

[0059] 허메틱 솔더 요소는 추가로 제 1 섬유 단부를 먼지 및 다른 원하지 않는 오염으로부터 보호하는 역할을 한다. PCF 조립체가 단부 캡을 포함하는 경우, 허메틱 솔더 요소는 제 1 섬유 단부로부터 허메틱 솔더 요소의 z 방향의 위치로의 제 1 섬유 단부 섹션의 허메틱 밀봉을 보장한다. PCF의 임의의 중합체 코팅부는 유리하게는, 제 1 섬유 단부로부터 그리고 허메틱 솔더 요소의 z 방향의 위치까지 제 1 섬유 단부 섹션을 제거시킨다.

[0060] 일 실시예에서, 제 1 섬유 단부 섹션은 실질적으로 PCF에 압력을 가하지 않고 상기 페룰 구조체에 장착된다. PCF에 가해지는 압력은 섬유에 응력을 유발할 수 있는데, 이는 많은 응용 분야에서 빔 품질이 낮거나 응력이 PCF를 손상시키거나 PCF의 수명을 단축시킬 수 있기 때문에 매우 바람직하지 않다.

[0061] 일 실시예에서, 제 1 섬유 단부 섹션은 고정을 포함하는 내부 페룰 후방 섹션에 대한 하나 이상의 접합부를 넘어서는 섬유에 대한 직접 접합없이 상기 페룰 구조체에 장착된다.

[0062] 일 실시예에서, PCF는 내부 페룰 후방 섹션의 고정 섹션으로부터 제 1 섬유 단부까지의 제 1 섬유 단부 섹션에

는 중합체 코팅부가 없다.

- [0063] 바람직하게는, 내부 폐를 전방 섹션은 약 200 nm와 약 4 μm 사이의 파장을 갖는 적어도 부분적으로 투명한 물질, 예를 들어, 융합 또는 결정화된 석영으로 이루어지고, 내부 폐를 후방 섹션은 융합 또는 결정화된 석영 또는 금속 또는 합금으로 이루어진다. 일 실시예에서, 내부 폐를 전방 섹션은 1 μm 의 광에 대해 1.45까지의 굴절률을 갖는 실질적으로 연도핑 실리카로 이루어진다.
- [0064] 일반적으로, 내부 폐를 후방 섹션은 높은 방열을 보장하기 위해 높은 전도성 및 낮은 열팽창을 갖는 물질인 것이 바람직하다. 따라서, 내부 폐를 후방 섹션은 니켈 및 실리콘의 작은 첨가물을 갖는 높은 구리 합금인 Colsibro®와 같은 금속 또는 금속 합금으로 이루어져서 물질의 강도, 경도 및 내마모성을 증가시키는 역할을 하는 것이 특히 바람직하다.
- [0065] 외부 폐를 장치는 주로 내부 폐를 장치 섹션을 서로에 대해 제 위치에 유지시키는 기능을 갖지만, 바람직하게는 외부 폐를 장치도 폐를 구조체로부터의 방열을 보조한다.
- [0066] 바람직하게는, 외부 폐를 장치는 금속, 세라믹 또는 유리, 예를 들어, 실리카로 이루어진다.
- [0067] 일 실시예에서, 외부 폐를 장치는 광이 흡수될 수 있는 선택형 외부 정렬 재킷으로 광이 빠져 나가도록 적어도 부분적으로 투명하다. 특히, 클래딩 모드로부터의 광이 외부 폐를 장치를 통해 빠져 나가도록 허용되며, 아래에서 설명되는 바와 같이 선택적으로 제거된 클래딩 모드 광이 외부 폐를 장치를 통해 빠져 나가도록 허용된다.
- [0068] 일 실시예에서, 외부 폐를 장치는 내부 폐를 장치의 내부 폐를 전방 섹션 및 내부 폐를 후방 섹션 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하여서, PCF의 제 1 섬유 단부 섹션은 바람직하게는 폐를 구조체 내에서 실질적으로 직선으로 지지된다. 외부 폐를 장치는 접착제, 솔더 및/또는 용융 또는 레이저 용접에 의해 내부 폐를 장치에 고정되는 것이 바람직하다.
- [0069] PCF 조립체는 바람직하게는 예를 들어, 먼지, 습기 및 유사한 오염으로부터 제 1 섬유 단부를 보호하기 위한 단부 캡 장치(end cap arrangement)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 폐를 구조체는 상기 제 1 섬유 단부의 전방에 배치된 단부 캡을 포함한다. 단부 캡은 구조체 및 PCF의 의도된 용도에 따라 내부 폐를 전방 섹션과 거리없이 또는 거리를 두고 장착될 수 있다. 단부 캡은 바람직하게는 하기 추가 기술되는 바와 같이 외부 폐를 구조체의 내부 폐를 전방 섹션 또는 외부 폐를 전방 섹션에 직접 고정된다.
- [0070] 일 실시예에서, 단부 캡은 외부 폐를 장치의 외부 폐를 전방 섹션에 고정된다. 이 실시예에서, 외부 폐를 장치는 바람직하게는 외부 폐를 전방 섹션과 외부 폐를 후방 섹션을 포함하고, 외부 폐를 후방 섹션은 내부 폐를 후방 섹션과 내부 폐를 전방 섹션 모두에 고정되어 이들 내부 폐를 장치 섹션을 상대 위치에 유지하고 상기 외부 폐를 전방 섹션은 상기 내부 폐를 전방 섹션 및 상기 단부 캡에 고정되어 상기 단부 캡을 상기 제 1 섬유 단부에 대해 상대 위치에 유지한다.
- [0071] 단부 캡은 예를 들어, 초점 요소를 갖고 또는 초점 요소없이 종래 기술의 단부 캡과 같이 될 수 있다. 바람직하게는 단부 캡은 항반사성 코팅된 실리카 단부 캡이다. 단부 캡이 제 1 섬유 단부까지의 거리를 두고 장착되는 경우, 단부 캡은 양측면에 항반사성 코팅부를 포함하는 것이 바람직하다. 이는 특히 PCF가 중공 코어 PCF인 경우에 바람직하다.
- [0072] 일 실시예에서, 단부 캡은 렌즈이다. 바람직하게는 렌즈는 양 측면, 즉, 제 1 섬유 단부 및 그 반대 측면을 향하는 측면에 항반사성 코팅부를 포함한다.
- [0073] PCF는 원칙적으로 상기 도입부에서 논의된 PCF와 같은 임의의 종류의 PCF일 수 있다. 일 실시예에서, PCF는 밴드 갭 섬유(bandgap fiber), 카고메 섬유(kagome fiber), 또는 항공진 반사 섬유[anti-resonant-reflection(ARS) fiber] 또는 고휘도 코어 섬유와 같은 중공 코어 섬유로부터 선택된다.
- [0074] 일 실시예에서, PCF는 100 μm 미만, 바람직하게는 약 50 μm 이하, 예를 들어, 약 5 μm 내지 약 40 μm 의 코어 직경을 갖는다.
- [0075] 일 실시예에서, 제 1 섬유 단부 섹션에서의 PCF는 후방 반사로부터 PCF의 단부를 보호하기 위한 중공 모세관 섬유의 단부 섹션을 포함한다. 이는 예를 들어, 정렬 슬리브 또는 내부 폐를 전방 섹션에서 PCF 전방에 중공 모세관 섬유의 부재를 위치시킴으로써 달성된다.
- [0076] 일 실시예에서, 제 1 섬유 단부(패킷)는 금속 또는 항반사성 코팅부를 갖는다.

- [0077] 일 실시예에서, PCF는 중공 코어 섬유이고 단부 캡은 외부 폐를 장치의 외부 폐를 전방 섹션에 고정되어 단부 캡과 내부 폐를 전방 섹션 사이에 단부 캡 공간을 제공한다. 캡 공간은 원칙적으로 z 방향으로 매우 작게 예를 들어, 1mm 및 최대 5 cm로 결정될 수 있다. 실제로, 캡 공간은 실제적인 이유 때문에 약 1cm 밀도로 유지된다.
- [0078] 일 실시예에서, 중공 코어는 접착된 단부 부분(길이가 최대 2 mm, 바람직하게는 길이가 최대 1 mm) 및 섬유 패킷 상에 금속 또는 항반사성 코팅부를 갖는다. 일 실시예에서, 내부 폐를 장치는 유체, 특히 가스를 주입 및/또는 인출하기 위한 단부 캡 공간으로의 통로를 포함한다. 통로는 바람직하게는 내부 폐를 전방 섹션 및 내부 폐를 후방 섹션 각각의 적어도 하나의 추가 관통 구멍에 의해 제공된다. 추가 관통 구멍은 바람직하게는 폐를 구조체의 축에 실질적으로 평행하다. 바람직하게는 추가의 관통 구멍은 내부 폐를 후방 섹션으로부터의 출구에서 밸브 장치를 포함한다.
- [0079] 유체를 주입 및/또는 인출하기 위한 단부 캡 공간으로의 통로는 예를 들어, 수분이 없는 중공 코어를 보장하기 위해 적합한 가스를 주입 또는 플러싱하는데 유리하게 적용될 수 있다. 적합한 가스는 공기, 아르곤, 질소 또는 언급된 가스 중 임의의 것을 포함하는 혼합물을 포함한다. 선택적으로, 유체를 주입 및/또는 인출하기 위한 캡 공간은 표준 온도에서 약 1 mbar 이하, 예를 들어, 약 0.1 mbar 이하, 예를 들어, 약 0.01 mbar 이하의 중공 코어 압력을 발생시키도록 배열된다.
- [0080] 선택적으로, 유체를 주입 및/또는 인출하기 위한 캡 공간은 표준 온도에서 최대 2 바아, 예를 들어, 최대 약 1.5 바아의 중공 코어 압력을 발생시키도록 배열된다.
- [0081] 일 실시예에서, 내부 폐를 장치는 내부 폐를 전방 섹션과 내부 폐를 후방 섹션 사이의 캡 내에 적어도 하나의 통로를 포함한다. 통로는 예를 들어, 폐를 구조체의 중심축에 평행한, 바람직하게는 관통 구멍의 형태의 내부 폐를 후방 섹션을 통과하는 통로인 것이 바람직하다. 유체 주입 및/또는 인출은 위에서 언급한 가스 주입 및/또는 인출과 같다. 일 실시예에서, 내부 폐를 장치는 캡을 플러싱하기 위해, 예를 들어, 상기 캡을 건조 및/또는 방열하기 위해 내부 폐를 전방 섹션과 내부 폐를 후방 섹션 사이의 캡 내에 적어도 2개의 통로를 포함한다.
- [0082] 일 실시예에서, 내부 폐를 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 후방 단부의 적어도 방사방향 외부 부분이 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 져서 내부 폐를 장치에서 전파하는 광과 같은 광을 출력-결합한다. 일 실시예에서, 내부 폐를 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 후방 단부의 적어도 방사방향 반환형 외부 또는 방사방향 환형 외부 부분은 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 져서 광을 출력-결합한다. 상기 광은 바람직하게는 외부 폐를 장치를 통과하도록 출력-결합될 수 있다.
- [0083] 일 실시예에서, 내부 폐를 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 후방 단부의 적어도 방사상 내부 부분은 깔때기 형상을 형성하도록 중심축에 대해 각이 진다. 따라서, PCF는 내부 폐를 전방 섹션에 장착하는 것이 더 간단할 수 있다. 내부 폐를 전방 섹션의 후방 단부는 섬유 주위의 연장부의 일부분 또는 PCF 주위의 전체 환형 연장부에서 각이 질 수 있다.
- [0084] 내부 폐를 전방 섹션의 후방 단부는 유리하게는, 제 1 섬유 단부로부터 입사되게 방사되는 광 및/또는 내부 폐를 장치에서 전파되는 광을 후방 반사시키기 위해 반사성 코팅부로 코팅될 수 있다.
- [0085] 일 실시예에서, 내부 폐를 전방 섹션은 전방 단부를 가지며, 전방 단부는 입사광 및/또는 후방 반사광으로부터 폐를 구조체를 보호하기 위해 반사성 코팅부로 코팅된다.
- [0086] 일 실시예에서, 내부 폐를 후방 섹션은 전방 단부를 가지며, 전방 단부는 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 지고 및/또는 전방 단부는 입사광 및/또는 후방 반사광에 대해 보호하기 위해 반사성 코팅부로 코팅된다. 내부 폐를 후방 섹션의 전방 단부는 섬유 주위의 연장부의 일부분 또는 PCF 주위의 전체 환형 연장부에서 각이 질 수 있다.
- [0087] 전술한 바와 같이, 본 발명의 PCF 조립체의 폐를 구조체는 이러한 클래딩 모드를 반사시키고 직접 제거함으로써 바람직하지 않은 클래딩 모드를 제거하는 몇 가지 기능을 허용한다. 다음에서 설명되는 바와 같이, 본 발명은 원하지 않는 광을 제거하는 추가 기능을 허용한다.
- [0088] 일 실시예에서, 제 1 섬유 단부 섹션은 적어도 하나의 모드 스트립퍼 길이 섹션을 갖는다. 모드 스트립퍼 길이 섹션은 모드 스트립핑 고 굴절률 물질 및/또는 모드 스트립퍼 길이 섹션에서 광섬유와 접촉하게 도포된 스캐팅 층(scattering layer)을 포함하고 및/또는 모드 스트립퍼 길이 섹션에서의 섬유는 적어도 약 0.1 μm 의 조도값(Ra)을 가진다.

- [0089] 높은 조도값(Ra)은 예를 들어, 에칭(예: 레이저 에칭 또는 화학적 에칭) 또는 기계적 연마에 의해 제공될 수 있다. Ra 값은 ISO 4287, DIN 4762 및/또는 DIN 4768 표준에 따라 측정될 수 있다.
- [0090] 모드 스트립퍼 길이 섹션은 전방향 전파 클래딩 광을 감소시키거나 완전히 차단한다. 모드 스트립핑 고 굴절률 물질은 예를 들어, 실리카 입자로 접촉될 수 있고, 예를 들어, 굴절률 및/또는 화학 유리를 증가시키기 위해 도핑될 수 있다.
- [0091] 일 실시예에서, PCF의 모드 스트립퍼 길이 섹션은 내부 페룰 전방 섹션과 내부 페룰 후방 섹션 사이에 위치한다.
- [0092] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션 중 적어도 하나는 PCF의 모드 스트립퍼 길이 섹션을 PCF에 노출시키는 카빙을 갖는다.
- [0093] 유리하계는, 카빙은 바람직하게는 섬유가 바람직하게는 적어도 약 20도, 예를 들어, 최대 350도, 바람직하게는 PCF 주위 방향으로 약 20도 내지 약 90도까지 연장되도록 섬유를 부분적으로 둘러싼다.
- [0094] 일 실시예에서, 상기 페룰 구조체는 상기 내부 페룰 전방 섹션의 외부 표면과 직접 접촉하여 배치된 모드 스트립퍼 코팅부를 포함하고, 상기 모드 스트립퍼 코팅부는 내부 페룰 전방 섹션과 외부 페룰 장치 사이에 포함되는 것이 바람직하다.
- [0095] 일 실시예에서, 상기 페룰 구조체는 상기 외부 페룰 장치를 둘러싸는 외부 정렬 재킷을 포함하고, 상기 외부 정렬 재킷은 정렬을 위한, 바람직하게는 축방향(z 방향) 정렬 및/또는 회전 정렬을 위한 수단을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0096] 외부 정렬 재킷의 주요 목적은 광의 방출된 빔 또는 입력-결합(in-coupled) 빔에 대해 페룰 구조체의 강성 및 기계적 강도와 PCF의 보다 간단한 정렬을 보장하는 것이다. 또한, 축방향 정렬 및 회전 정렬을 위해 외부 정렬 재킷이 매우 유용하다.
- [0097] 일 실시예에서, 정렬 수단은 축방향(z 방향) 정렬, 방사방향(x, y- 방향) 정렬 및/또는 회전 정렬을 위한 수단을 포함한다.
- [0098] 유리하계는, 정렬 수단은 하나 이상의 플랜지, 하나 이상의 돌출부, 하나 이상의 오목부 및/또는 하나 이상의 마킹을 포함한다.
- [0099] 바람직하게는, 정렬 수단은 위치 제어로 장착하기 위한 플랜지를 포함한다.
- [0100] 일 실시예에서, 정렬 수단은 회전 섬유 배향, 예를 들어, PM 배향을 위한 마커를 포함한다.
- [0101] 일반적으로, 페룰의 외부에서 정렬을 위한 수단에 대해 PM 축이 정렬되도록 페룰 내의 섬유를 회전시킬 수 있는 것이 바람직하다. 이것은 예를 들어, 앵커 길이 섹션에 바로 인접한 내부 페룰 후방 섹션 상에 대응 마킹을 가짐으로써 제공될 수 있다.
- [0102] 일 실시예에서, 상기 페룰 구조체는 냉각 유체에 의해 냉각되도록 구성되며, 상기 외부 페룰 장치 및/또는 상기 외부 정렬 재킷은 물과 같은 상기 냉각 유체를 위한 적어도 하나의 입구 및 적어도 하나의 출구를 갖는 통로를 포함한다. 외부 페룰 장치 및/또는 외부 정렬 재킷의 통로는 양호하게는 방열을 제공하기 위해 하부 요소(들)를 나선형으로 둘러싸도록 배치되는 것이 유리하다. 외부 페룰 장치가 내부 페룰 장치를 통해 제거 및/또는 출력-결합된 광에 대해 투명함을 보장함으로써, 이 광은 외부 페룰 장치를 통해 탈출하고 외부 정렬 재킷에 의해 흡수될 수 있다. 이에 따라, 외부 정렬 재킷은 가열되지만, 냉각 유체에 의한 외부 정렬 재킷의 냉각으로 인해, PCF가 고출력으로 광을 운송하는 경우에도 허용 가능한 수준으로 유지될 수 있다.
- [0103] 일 실시예에서, 조립체는 온도를 감시하기 위해, 커넥터 성능을 감시하기 위해 및/또는 섬유 손상을 감시하기 위해 하나 이상의 광 센서 및/또는 전기 센서 및/또는 화학 센서와 같은 하나 이상의 센서를 추가로 포함한다. 센서는 바람직하게는 외부 페룰 장치 및/또는 외부 정렬 재킷과 같은 페룰 구조체 내에 배치된다. 유리하계는, 센서는 섬유 센서이지만, 원칙적으로 비섬유 센서가 또한 적용 가능하다.
- [0104] 일 실시예에서, 조립체는 제 2 섬유 단부를 포함하는 PCF의 제 2 단부 섹션에 연결된 제 2 페룰 구조체를 포함한다. 제 2 페룰 구조체는 바람직하게는 상술한 바와 같은 페룰 구조체와 같으며 상술한 바와 같이 대응하는 방식으로 PCF의 제 2 단부 섹션에 장착된다. 일 실시예에서, PCF의 제 2 단부는 섬유 접속 단부이고 및/또는 자유 공간 결합링으로 결합된다.

- [0105] 본 발명은 또한 상술한 PCF 조립체를 포함하는 레이저 시스템을 포함한다.
- [0106] 레이저 시스템은 유리하게는, 레이저 광원을 포함하고 PCF 조립체는 레이저 광원으로부터 수광하기 위해 레이저 광원에 광학적으로 연결된다. 레이저 광원은 일 실시예에서, 예를 들어, PCF에 융합됨으로써 광을 PCF에 직접 공급하도록 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 레이저 광원은 하나 이상의 광학 요소를 통해 및/또는 자유 공간을 통해 광을 PCF에 공급하도록 배열된다.
- [0107] 바람직하게는, PCF 조립체는 광을 장치의 광 적용 스테이션에 전달하기에 적합하다. 바람직하게는 펄스 구조체를 갖는 제 1 섬유 단부는 사용자 장치에 연결되기에 적합하다.
- [0108] 상기 장치는 예를 들어, 현미경, 수술 장치, 측정 장치(계측학), 재료 가공 장치, 조명 장치, 이들의 임의의 조합 및/또는 후술되는 장치이다.
- [0109] 레이저 광원은 원칙적으로 CW 레이저 광원 또는 펄스 레이저 광원과 같은 임의의 종류의 레이저 광원일 수 있다. 이러한 레이저 광원은 본 기술 분야에 잘 알려져 있으므로 본원에서는 더 이상 상세히 설명하지 않는다.
- [0110] 실시예에서, 레이저 광원은 레이저 광 펄스를 생성하도록 구성되며, 바람직하게는 레이저 광원은 펨토초 레이저 광원 또는 피코초 레이저 광원 또는 나노초 레이저 광원이다.
- [0111] 일 실시예에서, 레이저 광원은 약 30 fs 내지 약 30 ps, 예를 들어, 약 100 fs 내지 약 10 ps의 펄스 지속시간을 갖는다.
- [0112] 일 실시예에서, 레이저 광원은 레이저 광원의 출구에서 결정된 피크 출력을 가지며, 상기 피크 출력은 적어도 약 5 kW, 예를 들어, 적어도 약 10 kW, 예를 들어, 적어도 약 30 kW, 예를 들어, 적어도 약 50 kW이다.
- [0113] 레이저 광원은 바람직하게는 모드 로킹 레이저 광원이다. 일 실시예에서, 레이저 광원은 능동적 모드 로킹 레이저이다. 일 실시예에서, 레이저 광원은 수동 모드 로킹 레이저이다. 모드 로킹 레이저는 바람직하게는 하나 이상의 증폭기를 포함한다.
- [0114] 일 실시예에서, 레이저 시스템은 초연속 생성(supercontinuum generation)을 위해 구성되고, 레이저 광원은 초연속을 생성하기 위해 PCF를 공급하도록 배치된 모드 로킹 펄스 광원이다. PCF는 W015144181, W015003715, W015003714, US2015192732 및/또는 US2011013652에 기술된 PCF와 같은 초연속 생성에 적합한 고품 코어 PCF인 것이 바람직하다.
- [0115] PCF가 고품 코어 PCF인 일 실시예에서, PCF는 복수의 비고체 및/또는 고체 클래딩 개재물을 포함하는 미세구조화된 고품 코어 PCF인 것이 바람직하다. 고품 코어 PCF는 바람직하게는 약 200 nm 내지 약 4.5 μm 범위의 적어도 하나의 파장, 바람직하게는 1000 nm 내지 약 1100 nm 범위의 적어도 하나의 파장을 포함하는 광, 바람직하게는 단일 모드 광을 안내하도록 구성된다.
- [0116] 일 실시예에서, PCF는 중공 코어 PCF이고, 중공 코어 PCF는 바람직하게는 약 200 nm 내지 약 4.5 μm 범위의 적어도 하나의 파장, 바람직하게는 1000 nm 내지 약 1100 nm 범위의 적어도 하나의 파장을 포함하는 광, 바람직하게는 단일 모드 광을 안내하도록 구성된다.
- [0117] 일 실시예에서, PCF는 바람직하게는 적어도 약 0.1 μm , 예를 들어, 적어도 약 0.3 μm , 예를 들어, 적어도 약 0.5 μm 에 걸쳐 있는, 연속 광 파장을 안내하도록 구성된다.
- [0118] 일 실시예에서, 중공 코어 PCF는 외부 클래딩 영역 및 외부 클래딩 영역에 의해 둘러싸인 N 개의 중공 튜브를 포함하며, 각각의 중공 튜브는 내부 클래딩 영역 및 내부 클래딩 영역에 의해서 둘러싸인 중공 코어 영역을 한정하는 링을 형성하도록 외부 클래딩에 융합되고 바람직하게는 N은 6 내지 12, 보다 바람직하게는 N은 7이다. 바람직하게는 중공 튜브는 서로 접촉하지 않고, 바람직하게는 중공 튜브는 인접한 중공 튜브에 실질적으로 동일한 거리를 두고 배치된다.
- [0119] 중공 코어 PCF는 동일 출원인에 의해 "중공형 광섬유 및 레이저 시스템"이라는 제목의 공동 계류중이고 발명의 명칭이 "중공 코어 광섬유 및 레이저 시스템"인 출원 PA 2015 70877 DK에 기술된 바와 같이 유리하다.
- [0120] 레이저 시스템의 PCF는 유리하게는, 약 3 μm 내지 약 100 μm , 예를 들어, 약 10 μm 내지 약 50 μm 예를 들어, 약 10 μm 내지 약 30 μm 의 코어 영역 직경을 갖는다.
- [0121] 본 발명은 또한 상술한 바와 같은 PCF 조립체에 적합한 상관 펄스 요소 세트를 포함한다.

- [0122] 상관 페룰 요소 세트는 상술한 바와 같이 PCF 조립체를 생성하기 위해 PCF용 페룰 구조체를 제공하는데 필요한 요소를 포함한다.
- [0123] 상관 페룰 요소 세트는
- [0124] ● 내부 페룰 장치를 형성하기 위한 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션; 및
- [0125] ● 외부 페룰 장치를 포함하고,
- [0126] 상기 내부 페룰 전방 섹션, 내부 페룰 후방 섹션 및 외부 페룰 장치의 각각은 길이 및 중심축을 가지며, 상기 각각의 중심축과 평행하거나 일치하는 주 중공 관통 구멍을 포함하며, 상기 상관 페룰 요소 세트는 바람직하게는 길이 및 중심축을 갖는 정렬 슬리브와 상기 중심축에 평행하거나 상기 중심축에 일치하는 주 중공 관통 구멍을 추가로 포함한다.
- [0127] 바람직하게는, 요소들은 정렬 슬리브가 내부 페룰 전방 섹션의 주 중공 관통 구멍에 위치될 수 있고 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션이 내부 페룰 장치를 형성하기 위해 외부 페룰 장치의 주 중공 관통 구멍에 장착될 수 있도록 상관된다. 그에 따라, 상관 페룰 요소 세트는 PCF와 함께 PCF 조립체로 조립될 수 있다.
- [0128] 정렬 슬리브는 바람직하게는 정렬 슬리브의 주 중공 관통 구멍이 약 2mm 이하, 예를 들어, 약 1mm 이하 또는 예를 들어, 약 0.5mm 이하의 내경을 갖는 모세관이며, 정렬 슬리브는 바람직하게는 상술한 바와 같이, 길이의 적어도 일부분에서 접철가능하다.
- [0129] 정렬 슬리브는 상술한 바와 같이 유리하고 상술한 바와 같은 물질로 이루어진다.
- [0130] 일 실시예에서, 정렬 슬리브는 바람직하게는 적어도 약 1mm, 예를 들어, 약 2mm 내지 약 5cm인 축방향의 길이를 갖는다.
- [0131] 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션뿐만 아니라 외부 페룰 장치는 상술한 바와 같이 유리하고 상술한 바와 같은 물질로 이루어진다.
- [0132] 일 실시예에서, 상기 세트는 내부 페룰 전방 섹션에 장착되거나 또는 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션에 장착됨으로써 내부 페룰 전방 섹션 전방에 배치되도록 구성된 단부 캡을 추가로 포함한다. 단부 캡은 바람직하게는 예를 들어, 상술한 바와 같이, 항반사성 코팅된 실리콘 단부 캡이다.
- [0133] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션 각각은 유체 통로를 제공하기 위한 하나 이상의 추가 관통 구멍을 포함하고, 추가 관통 구멍은 바람직하게는 각각의 내부 페룰 섹션의 축에 실질적으로 평행하고 선택적으로 추가 내부 페룰 후방 섹션으로부터의 출구에서의 추가 관통 구멍은 예를 들어, 상술한 바와 같이, 밸브 장치를 포함한다.
- [0134] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 후방 단부의 적어도 방사방향 외부 부분은 내부 페룰 전방 섹션의 중심축에 대해 각이 지고 및/또는 후방 단부는 바람직하게는 상술한 바와 같이 광을 출력-결합하기 위해 반사성 코팅부로 코팅된다.
- [0135] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션은 후방 단부를 가지며, 후방 단부의 적어도 방사상 내부 부분은 중심축에 대해 각이 져서 깔대기 형상을 형성함으로써, 예를 들어, 상술한 바와 같이 PCF를 내부 페룰 전방 섹션 안으로 삽입하는 것을 보다 간단하게 한다.
- [0136] 바람직하게는, 상기 내부 페룰 전방 섹션은 전방 단부를 가지며, 상기 전방 단부는 반사성 코팅부로 코팅된다.
- [0137] 일 실시예에서, 내부 페룰 후방 섹션은 전방 단부를 갖고, 전방 단부는 내부 페룰 후방 섹션의 중심축에 대해 각이 지고 및/또는 전방 단부는 바람직하게는 상술한 바와 같은 반사성 코팅부로 코팅된다.
- [0138] 일 실시예에서, 내부 페룰 전방 섹션 및 내부 페룰 후방 섹션 중 적어도 하나는 주 중공 관통 구멍 내에 카빙을 가지며, 카빙은 바람직하게는 적어도 약 20도, 예를 들어, 최대 350도, 예를 들어, 최대 약 90도로 연장되는 환형 방향의 연장부를 가진다.
- [0139] 일 실시예에서, 상기 세트는 예를 들어, 상술한 바와 같이 외부 페룰 장치를 둘러싸게 배열될 수 있도록 외부 페룰 장치에 상관된 외부 정렬 재킷을 추가로 포함한다. 외부 정렬 재킷은 바람직하게는 상술한 바와 같이 정렬을 위한 수단을 포함한다.
- [0140] 유리하게는, 외부 페룰 장치 및/또는 외부 정렬 재킷은 예를 들어, 상술한 바와 같이 유체를 냉각시키기 위한

적어도 하나의 입구 및 적어도 하나의 출구를 갖는 통로를 포함한다.

- [0141] 본 발명은 또한 상술한 바와 같은 레이저 시스템을 포함하는 장치를 포함하며, PCF 조립체는 상기 장치의 수광 스테이션에 광을 전달하도록 구성된다.
- [0142] 상기 장치는 원칙적으로 그 작동에 레이저 광을 이용하는 임의의 종류의 장치일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 장치는 타겟을 조명하도록 구성된 조명 장치이고, 상기 조명 장치는 바람직하게는 현미경, 분광기 또는 내시경으로부터 선택된다.
- [0143] 일 실시예에서, 조명 원은 형광 이미징; 형광 수명 이미징(FIM); 총 내부 반사 형광(TIRF) 현미경; 형광 공명 에너지 전달(FRET); 펄스 인터리빙 여기 기동 공진 에너지 전달(PIE-FRET); 광대역 분광법; 나노포토닉스(nanophotonics); 유동 세포 분석법; 계측과 같은 산업 검사; 가스 감지와 같은 링다운 분광법(ringdown spectroscopy); 분석 분광법, 예를 들어, 하이퍼 스펙트랄 분광법, 작물, 예를 들어, 과일의 분석 및 비행 시간 분석기(TCSPC); 단일 분자 이미징 및/또는 이들의 조합에 적합하다.
- [0144] 일 실시예에서, 상기 장치는 바람직하게는 천공, 마킹, 절단 및/또는 스크라이빙(scribing)과 같은 재료 가공을 위한 미세가공 장치이다.
- [0145] 일 실시예에서, 상기 장치는 눈(안과학) 수술용 장치와 같은 수술 장치이다.
- [0146] 범위 및 바람직한 범위를 포함하는 상술한 본 발명의 모든 특징 및 실시예는 이러한 특징을 결합하지 않는 특별한 이유가 없는 한, 본 발명의 범위 내에서 다양한 방식으로 조합될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0147] 본 발명의 상기 및/또는 추가 목적, 특징 및 이점은 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대한 다음의 예시적이고 비제한적인 상세한 설명에 의해 더 설명될 것이다.
- 도 1은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 1 실시예의 단면도로서, 상기 후방 단부의 방사상 내부 부분은 깔때기 형상을 형성하도록 상기 중심축에 대해 각이 진다.
- 도 2는 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 2 실시예의 단면도로서, 내부 폐를 후방 섹션은 내부 폐를 전방 섹션과 내부 폐를 후방 섹션 사이의 갭 안으로의 통로를 갖는다.
- 도 3은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 3 실시예의 단면도로서, 제 1 섬유 단부의 PCF가 모드 스트리퍼 섹션(mode stripper section)을 갖고, 내부 폐를 전방 섹션이 상기 모드 스트리퍼 길이 섹션의 PCF를 노출시키는 카빙(carving)을 갖는다.
- 도 4는 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 4 실시예의 단면도로서, 제 1 섬유 단부 섹션의 PCF가 모드 스트리퍼 섹션을 갖고, 내부 폐를 후방 섹션이 상기 모드 스트리퍼 길이 섹션의 PCF를 노출시키는 카빙을 갖는다.
- 도 5는 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 5 실시예의 단면도로서, 내부 폐를 전방 섹션의 후방 단부의 일부분은 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 져서 내부 폐를 장치에서 전파되는 광을 출력-결합(out-couple)한다.
- 도 6은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 6 실시예의 단면도로서, 그 전체 환형 연장부에서 내부 폐를 후방 섹션의 후방 단부는 폐를 구조체의 중심축에 대해 각이 져서 내부 폐를 장치에서 전파되는 광을 출력-결합한다.
- 도 7은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 7 실시예의 단면도로서, 제 1 섬유 단부 섹션에서의 PCF는 내부 폐를 전방 섹션과 내부 폐를 후방 섹션 사이의 갭에 모드 스트리퍼 섹션을 갖는다 .
- 도 8은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 8 실시예의 단면도로서, PCF 조립체는 내부 폐를 전방 섹션에 장착된 단부 캡을 포함한다.
- 도 9는 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 9 실시예의 단면도로서, PCF 조립체는 외부 폐를 전방 섹션에 장착된 단부 캡을 포함한다.
- 도 9c는 도 9에 도시된 제 9 실시예의 변형 예인 PCF 조립체의 단면도이다.
- 도 10은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 10 실시예의 단면도로서, PCF 조립체가 외부 정렬 재킷을 포함한다.
- 도 11은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 11 실시예의 단면도로서, PCF 조립체가 정렬 슬리브를 포함한다.
- 도 12는 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 12 실시예의 단면도로서, PCF 조립체는 정렬 슬리브를 포함하고 PCF는

중공 코어 모세관의 섹션을 포함한다.

도 12a는 도 12의 PCF 조립체의 정렬 슬리브 및 지지된 제 1 섬유 단부 섹션의 확대 단면도이다.

도 13은 본 발명에 따른 PCF 조립체의 제 13 실시예의 단면도로서, PCF 조립체는 점철식 지지 섹션을 갖는 정렬 슬리브를 포함한다.

도 13a는 도 13의 PCF 조립체의 정렬 슬리브 및 지지된 제 1 섬유 단부 섹션의 확대 단면도이다.

도 14a, 도 14b, 도 14c 및 도 14d는 PCF 섬유 단부 섹션의 개략적인 단면도를 도시한다.

도 15는 본 발명의 일 실시예의 레이저 시스템 및 사용자 장치의 개략도이다.

도 16은 본 발명의 일 실시예의 장치 및 사용자 장치의 개략도이다.

도 17a 및 도 17b는 본 발명의 일 실시예의 장치 및 레이저 시스템이 초연속 레이저 시스템인 사용자 장치의 개략도이다.

도면은 개략적이며 명료함을 위해 간략화될 수 있다. 전체적으로, 동일한 또는 대응하는 부분들에는 동일한 참조 번호들이 사용된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0148] 도 1의 PCF 조립체는 페룰 구조체 및 제 1 섬유 단부(1a)를 갖는 제 1 섬유 단부 섹션(1)을 구비한 PCF를 포함하는 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함한다. 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(2) 및 제 1 섬유 단부(1a)의 원위에 위치한 내부 페룰 후방 섹션(3)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다. 내부 페룰 전방 섹션(2) 및 내부 페룰 후방 섹션(3)은 각각 내부 페룰 전방 섹션(2) 및 내부 페룰 후방 섹션의 중심축과 일치하는 중공 관통 구멍(2a, 3a)을 포함한다. PCF 제 1 섬유 단부 섹션은 상기 중공 관통 구멍(2a, 3a)에 장착되어, 내부 페룰 장치가 제 1 섬유 단부 섹션을 둘러싸도록 한다.
- [0149] 내부 페룰 후방 섹션(3)은 앵커 길이 섹션(3b)에서 상기 제 1 섬유 단부 섹션(1)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(1c)으로부터 제 1 섬유 단부까지 PCF에는 중합체 코팅부가 없다. 내부 페룰 전방 섹션(2)은 축방향 위치에서 제 1 섬유 단부의 근위에 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 기계적으로 유지함으로써 제 1 섬유 단부(1a)의 근위에 제 1 섬유 단부 섹션(1)을 지지한다. 볼 수 있듯이, 내부 페룰 전방 섹션의 전방과 제 1 섬유 단부는 PCF 중심축에 수직인 평면에 정렬된다.
- [0150] 상기 페룰 구조체는 상기 내부 페룰 장치를 둘러싸도록 배열된 외부 페룰 장치(5)를 추가로 포함한다. 외부 페룰 장치(5)는 내부 페룰 전방 섹션(2) 및 내부 페룰 후방 섹션(3) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 갭(4)을 형성한다. 외부 페룰 장치(5)는 각각의 단부에서 슬더(6)에 의해 내부 페룰 장치의 각각의 섹션(2, 3)에 고정된다.
- [0151] PCF 제 1 섬유 단부 섹션은 내부 페룰 전방 섹션(2)과 내부 페룰 후방 섹션(3) 사이의 갭(4)에서 상대적으로 직선으로 유지되는 것이 유리하다. 도시되지 않은 다른 실시예에서, PCF는 내부 페룰 전방 섹션(2)과 내부 페룰 후방 섹션(3) 사이에 잉여 길이를 가진다.
- [0152] 내부 페룰 전방 섹션(2)의 후방 단부의 방사방향의 내부 부분(2c)은 깔때기 형상을 형성하도록 중심축에 대해 각이 지고, 이는 조립하는 동안 내부 페룰 전방 섹션내로 PCF(1)를 공급하는 것을 더 쉽게 만든다. 내부 페룰 전방 섹션(2)의 후방 단부의 방사방향의 외부 부분(2d)은 바람직하게는 내부 페룰 장치에서 전파하는 광을 후방 반사시키기 위해 각진 반사성 코팅부로 코팅된다.
- [0153] 또한, 내부 페룰 전방 섹션(2)의 전방 단부(2e)는 바람직하게는 입사광 및/또는 후방 반사광으로부터 페룰 구조체를 보호하기 위해 반사성 코팅부로 코팅되고 내부 페룰 후방 섹션의 전방 단부(3e)는 바람직하게는 입사광 및/또는 후방 반사광으로부터 보호하기 위해 반사성 코팅부로 코팅된다.
- [0154] 도 2의 PCF 조립체는 페룰 구조체 및 제 1 섬유 단부(11a)를 갖는 제 1 섬유 단부 섹션(11)을 구비한 PCT를 포함하는 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함한다. 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(12) 및 제 1 섬유 단부(11a)의 원위에 위치한 내부 페룰 후방 섹션(13)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다. 내부 페룰 후방 섹션(13)은 앵커 길이 섹션(13b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(11)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(11c)으로부터 제 1 섬유 단부까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다. 페룰 구조체는 내부 페룰 전방 섹션(12) 및 내부 페룰 후방 섹션(13) 각각에 고정 배치되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지시키는 외

부 페를 장치(15)를 추가로 포함한다. 내부 페를 후방 섹션의 전방 단부(3e)는 바람직하게는 입사광 및/또는 후방 반사광을 보호하기 위해 반사성 코팅부로 코팅된다.

- [0155] 내부 페를 후방 섹션(13)의 전방 단부(13e)는 출력-결합 페를 광을 위한 외향 패킷을 형성하도록 페를 구조체의 중심축에 대해 각이 진다. 외부 페를 장치(15)는 바람직하게는 출력-결합 광에 대해 실질적으로 투명하다. 내부 페를 후방 섹션(13)은 내부 페를 전방 섹션(12)과 내부 페를 후방 섹션(15) 사이의 갭(14) 내에 통로(13f)를 추가로 포함한다. 상기 통로는 상술한 바와 같이 갭(14)에 유체를 채우거나 또는 갭으로부터 유체를 인출하는데 사용될 수 있다.
- [0156] 도 3의 PCF 조립체는 페를 구조체 및 제 1 섬유 단부(21a)를 갖는 제 1 섬유 단부 섹션(21)을 구비한 PCF를 포함하는 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함한다. 페를 구조체는 제 1 섬유 단부(21a)의 근위에 위치한 내부 페를 전방 섹션(22) 및 제 1 섬유 단부(21a)의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(21)을 둘러싸는 내부 페를 후방 섹션(23)을 포함하는 내부 페를 장치를 포함한다.
- [0157] 내부 페를 후방 섹션(23)은 앵커 길이 섹션(23b)에서 상기 제 1 섬유 단부 섹션(21)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(21c)으로부터 제 1 섬유 단부까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다. 내부 페를 전방 섹션(22)은 축방향 위치에서 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 기계적으로 유지함으로써 제 1 섬유 단부(21a)의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션(21)을 지지한다.
- [0158] 페를 구조체는 내부 페를 전방 섹션(22) 및 내부 페를 후방 섹션(23) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지시키고 이들 사이에 갭(24)을 형성하는 외부 페를 장치(25)를 추가로 포함한다. 외부 페를 장치(25)는 각각의 단부에서 솔더(26)에 의해 내부 페를 장치의 각 섹션(22, 23)에 고정된다.
- [0159] 내부 페를 후방 섹션(23)의 전방 단부(23e)는 내부 페를 장치에서 전파하는 출력-결합 광의 외향 패킷을 형성하고 후방 반사를 감소시키기 위해 페를 구조체의 중심축에 대해 각이 진다. 내부 페를 후방 섹션(23)은 내부 페를 전방 섹션(22)과 내부 페를 후방 섹션(25) 사이의 갭(24) 내에 통로(23f)를 추가로 포함한다. 통로는 상술한 바와 같이 갭(24)에 유체를 채우기 위해 또는 갭으로부터 유체를 인출하는데 사용될 수 있다. 제 1 섬유 단부 섹션(21)에서의 PCF는 모드 스트립퍼 섹션(27)을 갖고, 내부 페를 전방 섹션(22)은 PCF 모드 스트립퍼 길이 섹션(27)을 노출시키는 카빙(27a)을 갖는다.
- [0160] 센서(28)는 모드 스트립퍼(27)의 출력-결합 효율을 감시하기 위해 PCF 모드 스트립퍼 길이 섹션을 노출시키는 카빙(27a) 위의 외부 페를 장치(25)에 장착된다.
- [0161] 도 3의 PCF 조립체는 페를 구조체와 조립된, 제 1 섬유 단부 섹션(31)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페를 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페를 전방 섹션(32) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(31)을 둘러싸는 내부 페를 후방 섹션(33)을 포함하는 내부 페를 장치를 포함한다.
- [0162] 내부 페를 후방 섹션(33)은 제 1 섬유 단부 섹션(31)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(31c)으로부터 제 1 섬유 단부까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다. 내부 페를 전방 섹션(32)은 축방향 위치에서 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 기계적으로 유지함으로써 제 1 섬유 단부(31a)의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션(31)을 지지한다.
- [0163] 페를 구조체는 내부 페를 전방 섹션(32) 및 내부 페를 후방 섹션(33) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 갭(34)을 형성하는 외부 페를 장치(35)를 추가로 포함한다. 외부 페를 장치(35)는 각각의 단부에서 솔더(36)에 의해 내부 페를 장치의 각 섹션(32, 33)에 고정된다.
- [0164] 제 1 섬유 단부 섹션(31)에서의 PCF는 모드 스트립퍼 섹션(37)을 갖고, 내부 페를 후방 섹션(33)은 PCF 모드 스트립퍼 길이 섹션(37)을 노출시키는 카빙(37a)을 갖는다.
- [0165] 센서(38)는 모드 스트립퍼(37)의 출력-결합 효율을 감시하기 위해 PCF 모드 스트립퍼 길이 섹션을 노출시키는 카빙(37a) 위의 외부 페를 장치(35)에 장착된다.
- [0166] 도 5의 PCF 조립체는 페를 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(41)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페를 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페를 전방 섹션(42) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(41)을 둘러싸는 내부 페를 후방 섹션(43)을 포함하는 내부 페를 장치를 포함한다.

- [0167] 내부 페룰 후방 섹션(43)은 제 1 섬유 단부 섹션(41)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(41c)으로부터 제 1 섬유 단부까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다. 내부 페룰 전방 섹션(42)은 축방향 위치에서 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 기계적으로 유지함으로써 제 1 섬유 단부(41a)의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션(41)을 지지한다.
- [0168] 페룰 구조체는 내부 페룰 전방 섹션(42) 및 내부 페룰 후방 섹션(43) 각각에 고정되어 서로에 대해 고정된 위치에 유지시키고 그 사이에 갭(44)을 형성하는 외부 페룰 장치(45)를 추가로 포함한다. 외부 페룰 장치(45)는 각각의 단부에서 솔더(46)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(42, 43)에 고정된다.
- [0169] 제 1 섬유 단부 섹션(41)에서의 PCF는 모드 스트립퍼 섹션(47)을 갖고, 내부 페룰 후방 섹션(43)은 PCF 모드 스트립퍼 길이 섹션(47)을 노출시키는 카빙(47a)을 갖는다.
- [0170] 내부 페룰 후방 섹션(43)의 전방 단부(43e)는 내부 페룰 장치에서 전파하는 출력-결합 광의 외향 패킷을 형성하고 광의 후방 반사를 감소시키기 위해 페룰 구조체의 중심축에 대해 각이 진다. 부분(42b) - 예를 들어, 내부 페룰 전방 섹션의 후방 단부의 반환형 부분은 내부 페룰 장치에서 전파하는 광을 출력-결합시키고 광의 후방 반사를 감소시키도록, 페룰 구조체의 중심축에 대해 각이 진다. 나머지 부분(42c)은 각이지지 않지만 중심축에 실질적으로 수직인 패킷을 갖는다. 내부 페룰 전방 섹션의 후방 단부의 각이지지 않은 부분(42c)은 바람직하게는 광의 후방 반사를 감소시키기 위해 반사성 코팅부로 코팅된다.
- [0171] 2개의 센서(48a, 48b)는 내부 페룰 전방 섹션의 각진 부분(42b) 및 모드 스트립퍼(47)의 각각의 출력-결합을 감시하기 위해 내부 페룰 전방 섹션의 후방 단부 및 PCF 모드 스트립퍼 길이 섹션을 노출시키는 카빙(47a)의 각각 위의 외부 페룰 장치(45)에 장착된다.
- [0172] 도 6의 PCF 조립체는 도 5의 PCF 조립체의 변형 예로서, 내부 페룰 전방 섹션의 후방 단부의 전체 후방 단부(42b)가 내부 페룰 장치에서 전파되는 광을 출력-결합시키고 광의 후방 반사를 감소시키기 위해 페룰 구조체의 중심축에 대하여 각이 진다.
- [0173] 도 7의 PCF 조립체는 페룰 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(51)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(52) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(51)을 둘러싸는 내부 페룰 전방 섹션(52)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다.
- [0174] 내부 페룰 후방 섹션(53)은 제 1 섬유 단부 섹션(51)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(51c)으로부터 제 1 섬유 단부(51a)까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다. 내부 페룰 전방 섹션(52)은 축방향 위치에서 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 상기 제 1 섬유 단부 섹션을 기계적으로 유지함으로써 제 1 섬유 단부(51a)의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션(51)을 지지한다.
- [0175] 페룰 구조체는 내부 페룰 전방 섹션(52) 및 내부 페룰 후방 섹션(53) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 갭(54)을 형성하는 외부 페룰 장치(55)를 추가로 포함한다. 외부 페룰 장치(55)는 각각의 단부에서 솔더(56)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(52, 53)에 고정된다.
- [0176] 제 1 섬유 단부 섹션(51)에서의 PCF는 내부 페룰 전방 섹션(52)과 내부 페룰 후방 섹션(53) 사이에 배치된 모드 스트립퍼 섹션(57)을 갖는다.
- [0177] 도 8의 PCF 조립체는 페룰 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(61)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(62) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(61)을 둘러싸는 내부 페룰 후방 섹션(63)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다.
- [0178] 내부 페룰 후방 섹션(63)은 앵커 길이 섹션(63b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(61)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(61c)으로부터 제 1 섬유 단부(61a)까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다.
- [0179] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부 섹션(61)과 내부 페룰 후방 섹션(63) 사이에 환형 허메틱 밀봉부(66a)를 형성하기 위해 제 1 섬유 단부 섹션(61)을 둘러싸도록 배치된 허메틱 솔더 요소(66a)를 포함하고, 허메틱 솔더 요소(66a)는 내부 페룰 후방 섹션의 앵커 길이 섹션(63b)보다 전방 환형 섹션(62)에 근접하게 배치된다. 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 내부 페룰 후방 섹션(63)의 앵커 길이 섹션(63b)은 완전히 환형이 아니며, 내부 페룰 후방 섹션의 앵커 길이 섹션(63)은 PCF 주위로 바람직하게는 약 20도에서 약 350도, 예를 들어, 약 180도로 연장

된다.

- [0180] 페룰 구조체는 내부 페룰 전방 섹션(62) 및 내부 페룰 후방 섹션(63) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 캡(64)을 형성하는 외부 페룰 장치(65)를 추가로 포함한다. 외부 페룰 장치(65)는 각각의 단부에서 솔더(66)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(62, 63)에 고정된다.
- [0181] 페룰 구조체는 또한 제 1 섬유 단부(61c)의 전방에 배치되고 바람직하게는 제 1 섬유 단부(61c)와 직접 접촉하는 단부 캡(67)을 포함한다. 단부 캡(67)은 내부 페룰 전방 섹션에 직접 고정된다. 상술한 바와 같이, 이 실시예는 PCF가 고정 코어 PCF인 경우에 특히 유리하다.
- [0182] 도 9의 PCF 조립체는 페룰 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(71)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(72) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(71)을 둘러싸는 내부 페룰 후방 섹션(73)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다.
- [0183] 내부 페룰 후방 섹션(73)은 앵커 길이 섹션(73b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(71)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(71c)으로부터 제 1 섬유 단부(71a)까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다.
- [0184] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부 섹션(71)과 내부 페룰 후방 섹션(73) 사이에 환형 허메틱 밀봉부(76a)를 형성하기 위해 제 1 섬유 단부 섹션(71)을 둘러싸도록 배치된 허메틱 솔더 요소(76a)를 포함하고, 허메틱 솔더 요소(76a)는 내부 페룰 후방 섹션의 앵커 길이 섹션(73b)보다 전방 환형 섹션(72)에 근접하게 배치된다.
- [0185] 허메틱 솔더 요소는 제 1 섬유 단부 섹션(71)의 제 1 섬유 단부(71c)로부터 허메틱 솔더 요소(76a)의 z 방향의 위치로의 허메틱 밀봉을 보장한다.
- [0186] 페룰 구조체는 외부 페룰 전방 섹션(75a) 및 외부 페룰 후방 섹션(75)을 포함하는 외부 페룰 장치(75, 75a)를 추가로 포함한다. 외부 페룰 후방 섹션(75)은 내부 페룰 전방 섹션(72) 및 내부 페룰 후방 섹션(73)의 각각에 고정되어, 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 캡(74)을 형성한다. 외부 페룰 후방 섹션(75)은 각각의 단부에서 솔더(76)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(72, 73)에 고정되고 외부 페룰 전방 섹션(75a)은 솔더(76)에 의해 내부 페룰 전방 섹션(72)에 고정된다.
- [0187] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부(71c)의 전방에 배치된 단부 캡(77)을 추가로 포함한다. 단부 캡(77)은 내부 페룰 전방 섹션(72)에 대해 거리를 두고 장착되어 단부 캡(77)과 내부 페룰 전방 섹션(72) 사이에 단부 캡 공간(78)을 형성한다. 단부 캡은 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션에 고정된다. 이에 따라, 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션(75a)은 내부 페룰 전방 섹션(72) 및 제 1 섬유 단부 섹션(71c)에 대해 원하는 위치에서 단부 캡(77)을 유지시킨다. 상술한 바와 같이, 이 실시예는 PCF가 공동 코어 PCF인 경우에 특히 유리하다.
- [0188] 내부 페룰 장치(72, 73)는 유체를 주입 및/또는 인출하기 위한 단부 캡 공간(78)으로의 통로를 포함한다. 통로는 내부 페룰 전방 섹션(72) 및 내부 페룰 후방 섹션(73) 각각에 추가 관통 구멍(72f, 73f)에 의해 제공된다. 유리하게는 도시되지 않은 밸브 장치가 관통 구멍(72f, 73f) 및 단부 캡 공간(78) 안으로의 원하는 개방/폐쇄 기능을 보장하도록 배치된다.
- [0189] 도 9a에 도시된 PCF 조립체는 단부 캡이 렌즈(77a)인 점에서 도 9의 PCF 조립체와 다르며, 바람직하게는 렌즈(77a)는 양 측면에 항반사성 코팅부를 포함한다.
- [0190] 도 10의 PCF 조립체는 페룰 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(81)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(82) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(81)을 둘러싸는 내부 페룰 후방 섹션(83)을 포함하는 내부 페룰 구조체를 포함한다.
- [0191] 내부 페룰 후방 섹션(83)은 앵커 길이 섹션(83b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(81)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(81c)으로부터 제 1 섬유 단부(81a)까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다.
- [0192] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부 섹션(81)과 내부 페룰 후방 섹션(83) 사이에 환형 허메틱 밀봉부(86a)를 형성하기 위해 제 1 섬유 단부 섹션(81)을 둘러싸도록 배치된 허메틱 솔더 요소(86a)를 포함한다.
- [0193] 허메틱 솔더 요소(86a)는 제 1 섬유 단부 섹션(81)의 제 1 섬유 단부(81c)로부터 허메틱 솔더 요소(86a)의 z 방향의 위치로의 허메틱 밀봉을 보장한다.

- [0194] 외부 페룰 후방 섹션(85)은 내부 페룰 전방 섹션(82) 및 내부 페룰 후방 섹션(83) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 겹을 형성한다. 외부 페룰 후방 섹션(85)은 각각의 단부에서 슬더(86)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(82, 83)에 고정되고 외부 페룰 전방 섹션(85a)은 슬더(86)에 의해 내부 페룰 전방 섹션(82)에 고정된다.
- [0195] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부(81c)의 전방에 배치된 단부 캡(87)을 추가로 포함한다. 단부 캡(87)은 내부 페룰 전방 섹션(82)에 대해 거리를 두고 장착되어 단부 캡(87)과 내부 페룰 전방 섹션(82) 사이에 단부 캡 공간(88)을 형성한다. 단부 캡은 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션(85a)에 고정된다.
- [0196] 페룰 구조체는 외부 페룰 장치(85, 85a)를 둘러싸는 외부 정렬 재킷(89)을 포함하며, 바람직하게는 외부 정렬 재킷은 정렬을 위한 플랜지(89a) 및 회전 정렬용, 예를 들어, 회전 섬유 배향을 위한 돌출부(89b)를 포함하는 정렬을 위한 수단(89a, 89b)을 포함한다.
- [0197] 도 11의 PCF 조립체는 페룰 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(91)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(92) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(91)을 둘러싸는 내부 페룰 후방 섹션(93)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다.
- [0198] 이 조립체는 내부 페룰 전방 섹션(92)과 제 1 섬유 단부 섹션(91) 사이에서 제 1 섬유 단부 섹션(91)을 완전히 둘러싸도록 배열된 정렬 슬리브(90)를 추가로 포함하여, 내부 페룰 전방 섹션(92)은 정렬 슬리브(90)를 통해 제 1 섬유 단부(91a)의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션(91)을 지지한다. 도 11의 도시된 실시예에서, 정렬 슬리브(90)는 모세관의 짧은 섹션이다.
- [0199] 정렬 슬리브(90)의 전방 단부, 내부 페룰 전방 섹션(92)의 전방 단부 및 제 1 섬유 단부(91a)는 페룰 구조체 중심축에 수직인 평면 내에 정렬된다.
- [0200] 내부 페룰 후방 섹션(93)은 앵커 길이 섹션(93b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(91)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(91c)으로부터 제 1 섬유 단부(91a)까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다.
- [0201] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부 섹션(91)과 내부 페룰 후방 섹션(93) 사이에 환형 허메틱 밀봉부(96a)를 형성하기 위해 제 1 섬유 단부 섹션(91)을 둘러싸도록 배치된 허메틱 슬더 요소(96a)를 포함한다.
- [0202] 외부 페룰 후방 섹션(95)은 내부 페룰 전방 섹션(92) 및 내부 페룰 후방 섹션(93) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 겹을 형성한다. 외부 페룰 후방 섹션(95)은 각각의 단부에서 슬더(96)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(92, 93)에 고정되고 외부 페룰 전방 섹션(95a)은 슬더(96)에 의해 내부 페룰 전방 섹션(92)에 고정된다.
- [0203] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부(91c)의 전방에 배치된 단부 캡(97)을 추가로 포함한다. 단부 캡(97)은 내부 페룰 전방 섹션(92)에 대해 거리를 두고 장착된다. 단부 캡은 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션(85a)에 고정된다.
- [0204] 페룰 구조체는 외부 페룰 장치(95, 95a)를 둘러싸는 외부 정렬 재킷(99)을 포함하고, 외부 정렬 재킷은 바람직하게는 정렬을 위한 수단(99a, 99b)을 포함한다.
- [0205] 센서(98)는 커넥터 성능을 감시하고 및/또는 섬유 손상을 감시하기 위해 외부 정렬 재킷(99)에 장착된다.
- [0206] 도 12 및 도 12a의 PCF 조립체는 페룰 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(101)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(102) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(101)을 둘러싸는 내부 페룰 후방 섹션(103)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다.
- [0207] 조립체는 내부 페룰 전방 섹션(102)과 제 1 섬유 단부 섹션(101) 사이에 배치되어 제 1 섬유 단부 섹션(101)을 완전히 둘러싸도록 정렬 슬리브(100)를 추가로 포함하여, 내부 페룰 전방 섹션(102)은 정렬 슬리브(100)를 통해 제 1 섬유 단부(101a)의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션(101)을 지지한다. 도 11의 도시된 실시예에서, 정렬 슬리브(100)는 모세관의 짧은 섹션이다. 정렬 슬리브(100) 및 지지된 제 1 섬유 단부 섹션(101)은 도 12a에서 확대되어 있으며, PCF는 유리하게는, 중공 코어 모세관(101b)의 섹션인 다른 섬유(101b)의 짧은 섹션을 포함하는 것을 알 수 있다.
- [0208] 정렬 슬리브(100)의 전방 단부, 내부 페룰 전방 섹션(102)의 전방 단부 및 제 1 섬유 단부(101a)는 페룰 구조체

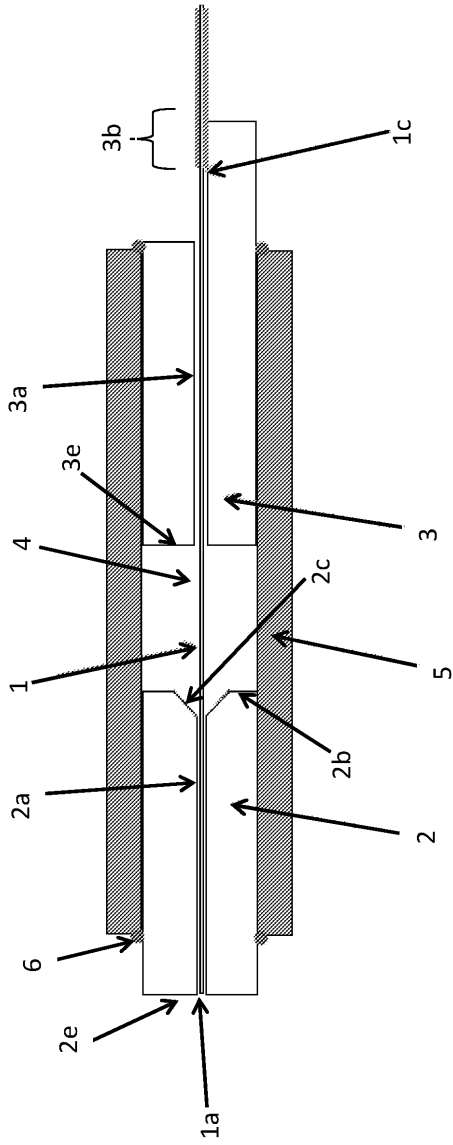
중심축에 수직인 평면에 정렬된다.

- [0209] 내부 페룰 후방 섹션(103)은 앵커 길이 섹션(103b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(101)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(101c)으로부터 제 1 섬유 단부(101a)까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다.
- [0210] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부 섹션(101)과 내부 페룰 후방 섹션(103) 사이에 환형 허메틱 밀봉부(106a)를 형성하기 위해 제 1 섬유 단부 섹션(101)을 둘러싸도록 배치된 허메틱 슬더 요소(86a)를 포함한다.
- [0211] 외부 페룰 후방 섹션(105)은 내부 페룰 전방 섹션(102) 및 내부 페룰 후방 섹션(103) 각각에 고정되어 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 갭을 형성한다. 외부 페룰 후방 섹션(105)은 각각의 단부에서 슬더(106)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(102, 103)에 고정되고 외부 페룰 전방 섹션(105a)은 슬더(106)에 의해 내부 페룰 전방 섹션(102)에 고정된다.
- [0212] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부(101c)의 전방에 배치된 단부 캡(107)을 추가로 포함한다. 단부 캡(107)은 내부 페룰 전방 섹션(102)에 대해 거리를 두고 장착된다. 단부 캡은 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션(105a)에 고정된다.
- [0213] 페룰 구조체는 외부 페룰 장치(105, 105a)를 둘러싸는 외부 정렬 재킷(109)을 포함하고, 외부 정렬 재킷은 정렬을 위한 수단(109a, 109b)을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0214] 센서(108)는 커넥터 성능을 감시하고 및/또는 섬유 손상을 감시하기 위해 외부 정렬 재킷(109)에 장착된다.
- [0215] 도 13 및 도 13a의 PCF 조립체는 페룰 구조체와 조립된 제 1 섬유 단부 섹션(111)을 갖는 PCF를 구비한 광결정 섬유(PCF) 조립체를 포함하고, 상기 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부의 근위에 위치한 내부 페룰 전방 섹션(112) 및 제 1 섬유 단부의 원위에 위치하고 제 1 섬유 단부 섹션(111)을 둘러싸는 내부 페룰 후방 섹션(113)을 포함하는 내부 페룰 장치를 포함한다.
- [0216] 상기 조립체는 내부 페룰 전방 섹션(112)과 제 1 섬유 단부 섹션(111) 사이에 배치되어 제 1 섬유 단부 섹션(111)을 완전히 둘러싸는 정렬 슬리브(110)를 추가로 포함해서, 내부 페룰 전방 섹션(112)이 정렬 슬리브(110)를 통해 제 1 섬유 단부(111a)의 근위에 위치한 제 1 섬유 단부 섹션(111)을 지지한다. 정렬 슬리브(110)는 지지 길이 섹션(110b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(111)으로 접착됨으로써 제 1 섬유 단부 섹션(111)을 지지한다. 정렬 슬리브(110)의 접착되지 않은 부분(110a)에서, 정렬 슬리브(110)는 내부 페룰 전방 섹션(112)의 내경과 상관된 외경을 갖는다.
- [0217] 내부 페룰 후방 섹션(113)은 앵커 길이 섹션(113b)에서 제 1 섬유 단부 섹션(111)에 고정되고, 그리고 PCF의 지점(111c)으로부터 제 1 섬유 단부(111a)까지, PCF에는 중합체 코팅부가 없다.
- [0218] 페룰 구조체는 제 1 섬유 단부 섹션(111)과 내부 페룰 후방 섹션(113) 사이에 환형 허메틱 밀봉부(116a)를 형성하기 위해 제 1 섬유 단부 섹션(111)을 둘러싸도록 배치된 허메틱 슬더 요소(86a)를 포함한다.
- [0219] 외부 페룰 후방 섹션(115)은 내부 페룰 전방 섹션(112) 및 내부 페룰 후방 섹션(113)의 각각에 고정되어, 이들을 서로에 대해 고정된 위치에 유지하고 그 사이에 갭을 형성한다. 외부 페룰 후방 섹션(115)은 각각의 단부에서 슬더(116)에 의해 내부 페룰 장치의 각 섹션(112, 113)에 고정되고 외부 페룰 전방 섹션(115a)은 슬더(116)에 의해 내부 페룰 전방 섹션(112)에 고정된다.
- [0220] 페룰 구조체는 내부 페룰 전방 섹션(112)에 대해서 거리를 두고 장착된 단부 캡(117)을 추가로 포함한다. 단부 캡은 외부 페룰 장치의 외부 페룰 전방 섹션(115a)에 고정된다.
- [0221] 페룰 구조체는 외부 페룰 장치(115, 115a)를 둘러싸는 외부 정렬 재킷(119)을 포함하고, 외부 정렬 재킷은 정렬을 위한 수단(119a, 119b)을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0222] 도 14a에 도시된 PCF 단부는 중공 코어 PCF이고 중공 코어(121) 및 복수의 클래딩 구멍(122)을 갖는 둘러싸는 클래딩을 포함한다. 제 1 섬유 단부(123)에서, PCF는 입사광 및/또는 후방 반사광에 대해 보호하기 위한 섬유 패킷(섬유 단부)에 금속 또는 항반사성 코팅부를 포함한다.
- [0223] 도 14b에 도시된 PCF 단부 섹션은 중공 코어 PCF이고, 중공 코어(131) 및 복수의 클래딩 구멍(132)을 갖는 둘러싸는 클래딩을 포함한다. 제 1 섬유 단부(133)에 인접한 짧은 단부 부분 - 예를 들어, 길이가 최대 약 2 mm의 길이(I)를 갖는 단부 - PCF 클래딩 구멍은 다른 방식으로 접착되거나 밀봉된다. 중공 코어(131)는 밀봉되어 있지 않다.

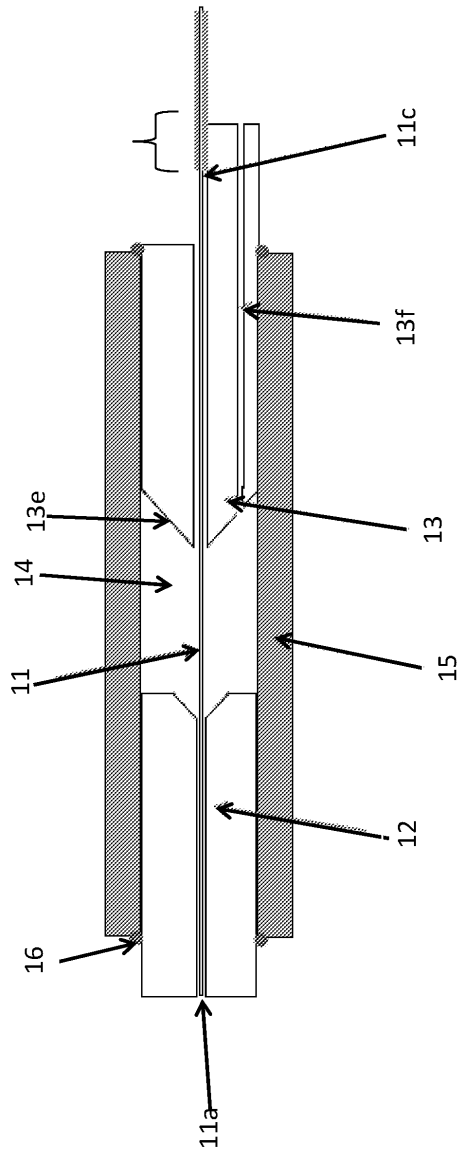
- [0224] 도 14c는 도 14b에 도시된 중공 코어 PCF의 다른 도면을 도시한다. 밀봉된 클래딩 구멍(133)으로 인해, PCF에서 투과된 광은 길이(I)를 갖는 단부 부분에 완전히 한정되지 않고 광이 원뿔 형상(144)으로 퍼져나가는 것을 볼 수 있다. 이를 생략하고, 렌즈가 예를 들어, 제 1 섬유 단부(133)의 전방에 배열될 수 있다.
- [0225] 도 14e에서, 도 14c에 도시된 공동 코어 PCF는 입사광 및/또는 후방 반사광들로부터 보호하기 위한 금속 코팅(133a)을 더 구비하고 있다.
- [0226] 도 15에 도시된 레이저 시스템은 레이저 광원(141) 및 레이저 광원(141)으로부터 사용자 장치(144)로 광을 전달하기 위한 섬유 전달 케이블(142)을 포함한다. 섬유 전달 케이블(142)은 그 도파관으로서 상술한 바와 같이 상기 사용자 장치에 상관된 하나 이상의 저손실 송신 대역들을 갖는 중공 코어 PCF를 포함한다. 표시된 바와 같이, 섬유 전달 케이블(142)은 기본 모드에서 고효율 및 저손실의 단일 모드 광을 여전히 사용자 장치(144)에 전달할 수 있는 반면 상당히 길 수 있다. 섬유 전달 케이블(142)은 제 1 단부(143a) 및 제 2 단부(143b)를 가진다. 도시된 실시예에서, 제 1 단부(143a) 및 제 2 단부(143b)의 각각은 사용자 장치(144) 및 레이저 광원(141)에 각각 접속하기 위해 상술한 바와 같은 페룰 구조체에 장착된다.
- [0227] 도 16의 장치는 사용자 장치(114)에 연결된 도 15의 레이저 시스템을 포함한다.
- [0228] 도 17a 및 도 17b의 장치는 펄스형 광을 전달하는 레이저 광원(151) 및 초연속 광을 생성하여 사용자 장치(154)에 전달하도록 배치된 초연속 생성 PCF의 케이블(152)을 포함한다. 섬유 전달 케이블(152)은 그 도파관으로서 고품 코어(155)를 둘러싸는 복수의 미세구조체(166)를 포함하는, 도 17b에 도시된 고품 코어 PCF를 포함한다.

도면

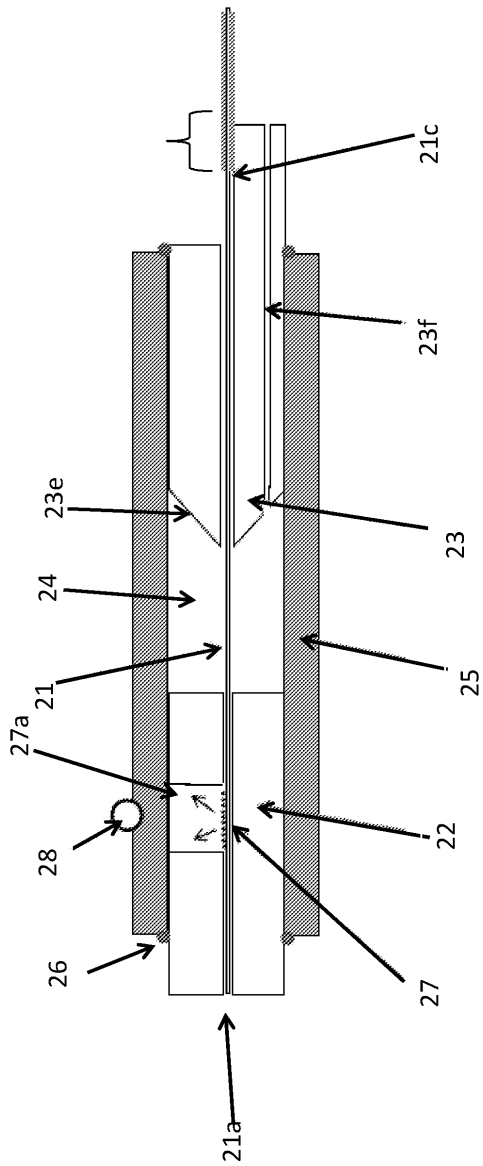
도면1



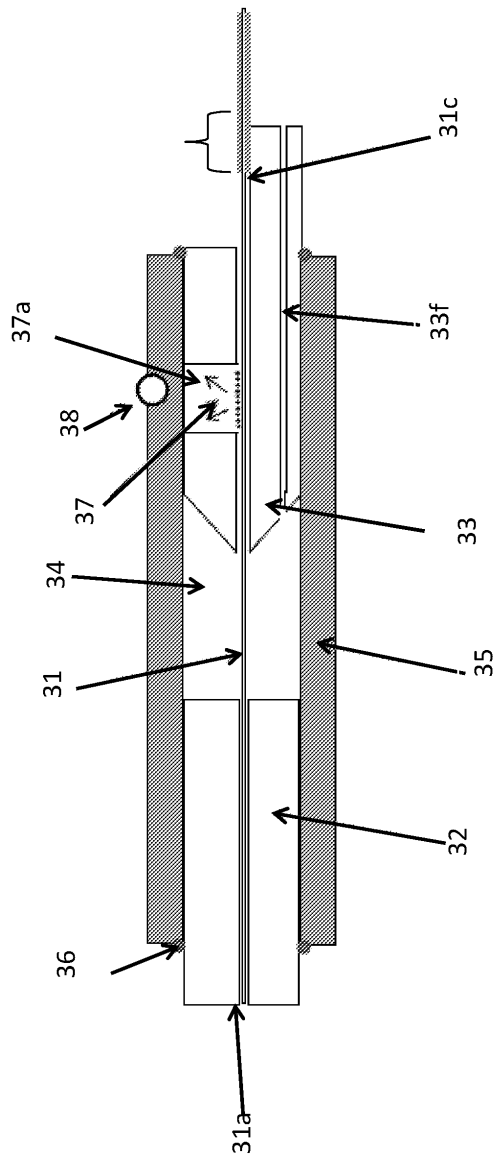
도면2



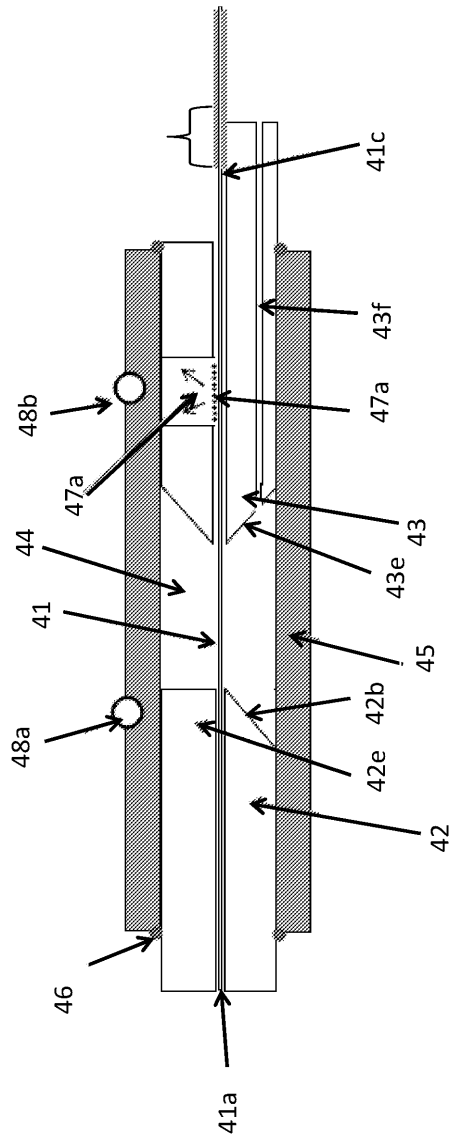
도면3



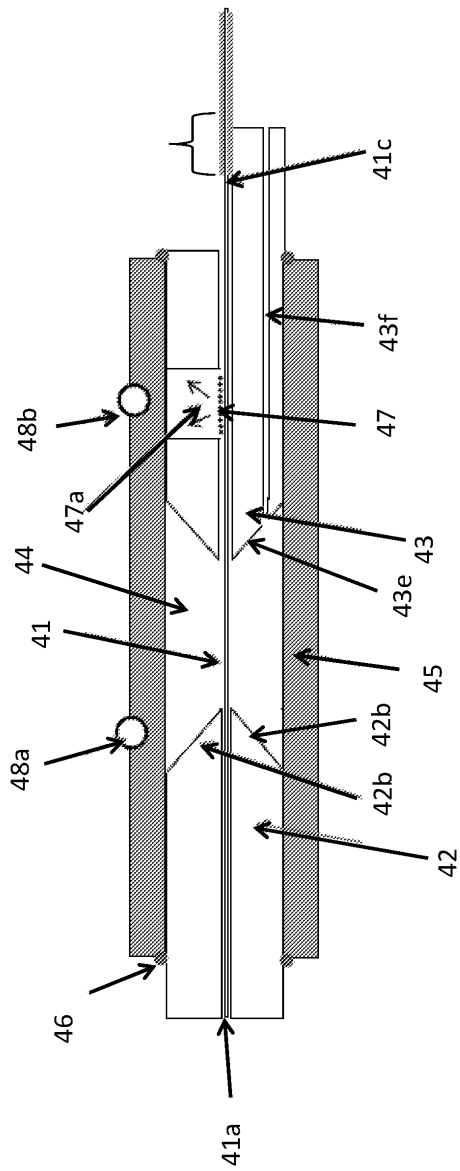
도면4



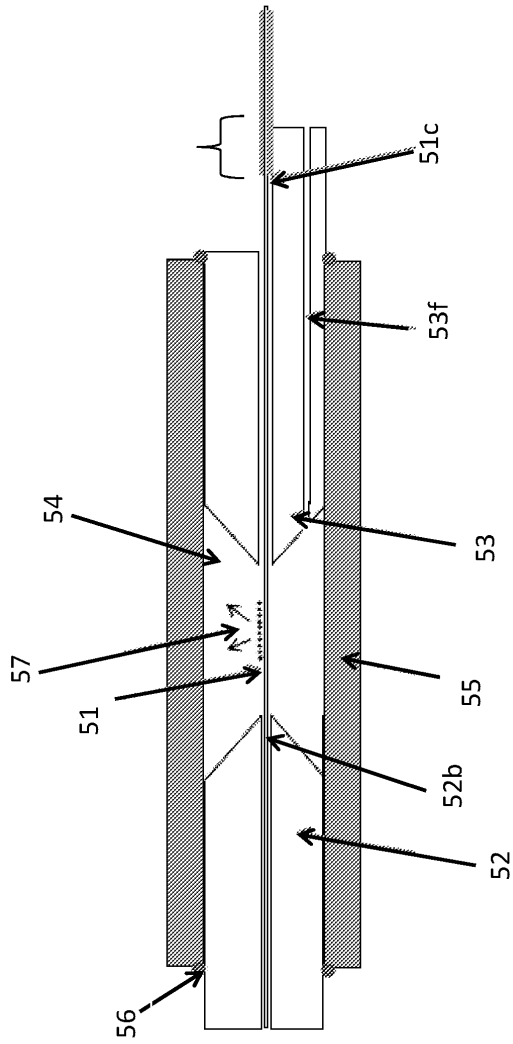
도면5



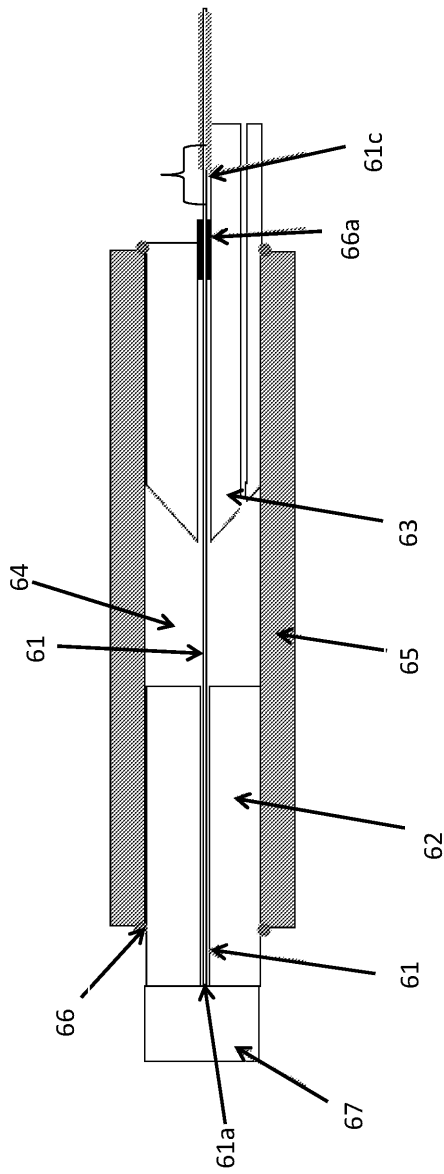
도면6



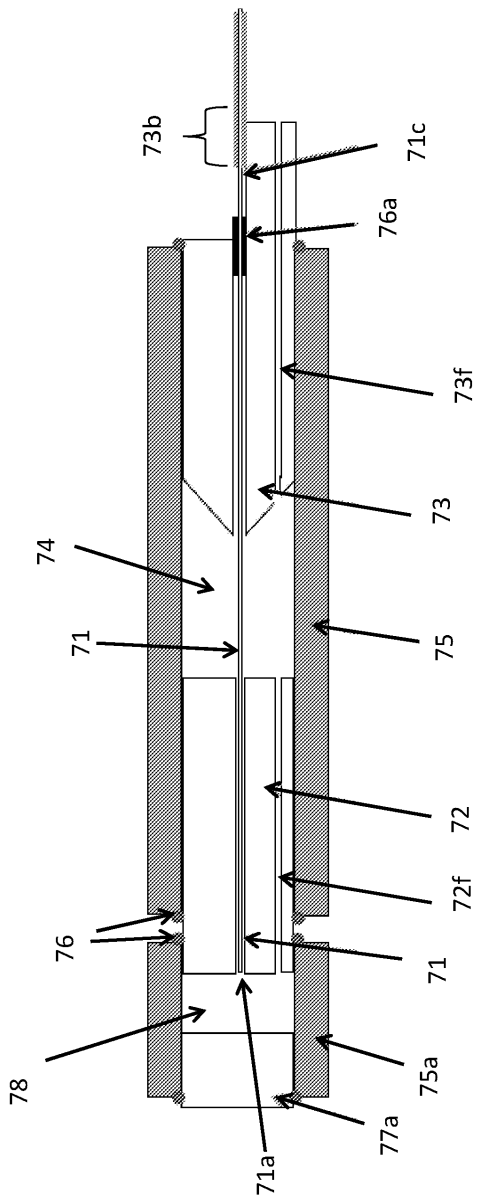
도면7



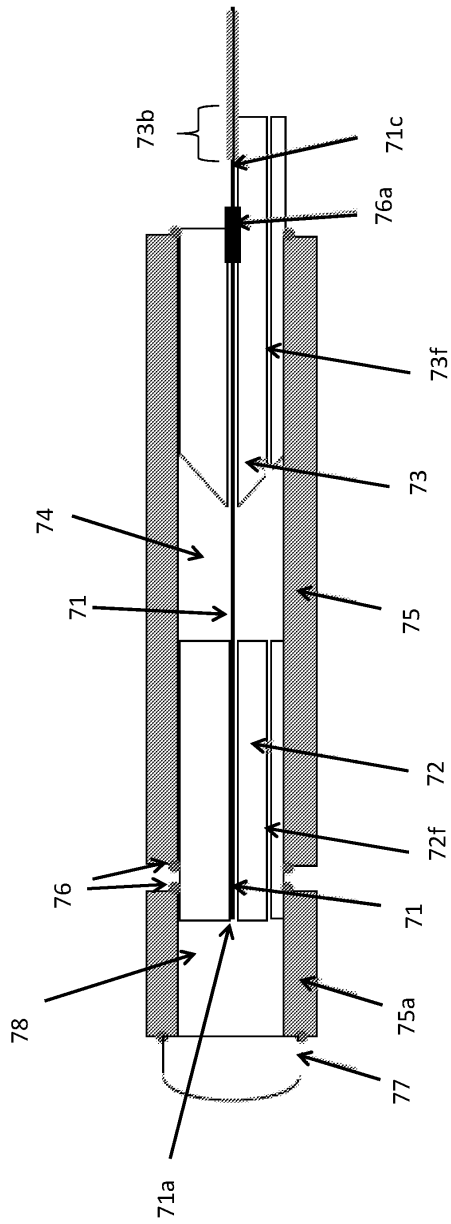
도면8



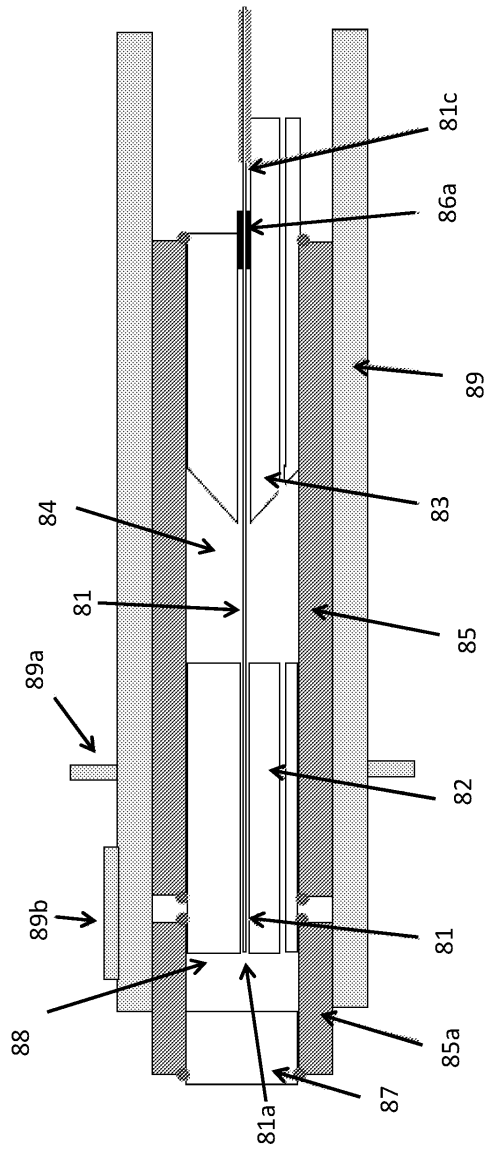
도면9



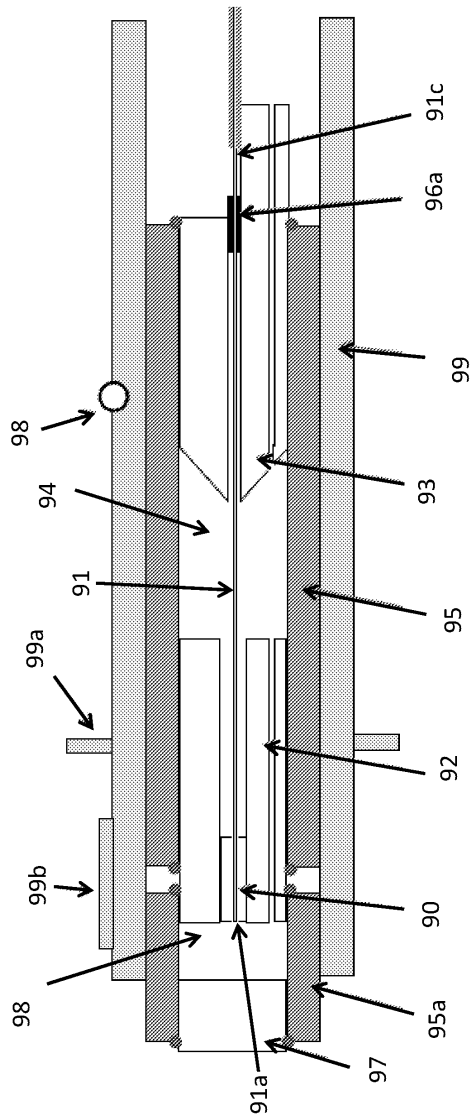
도면9a



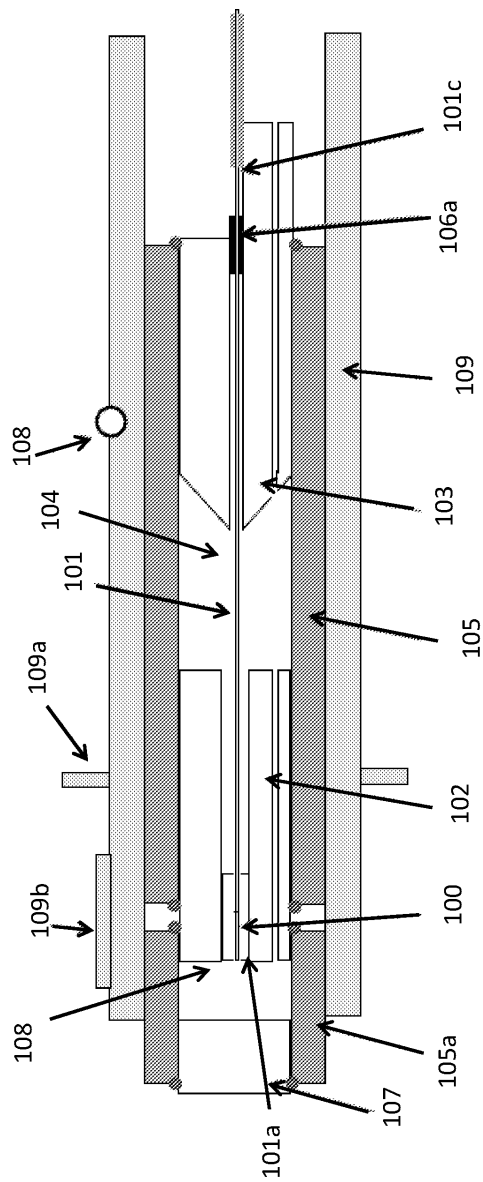
도면10



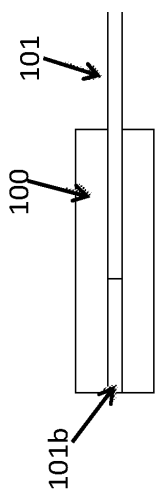
도면11



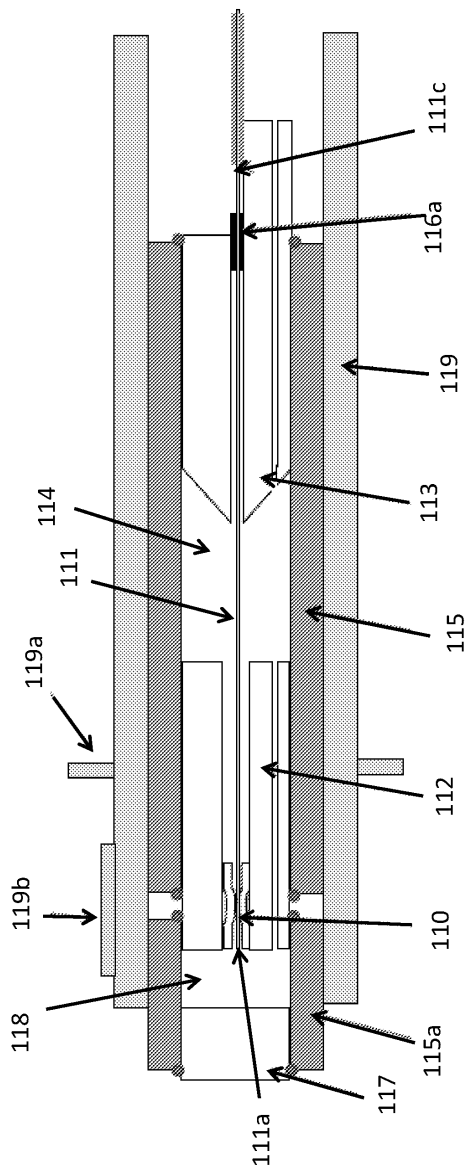
도면12



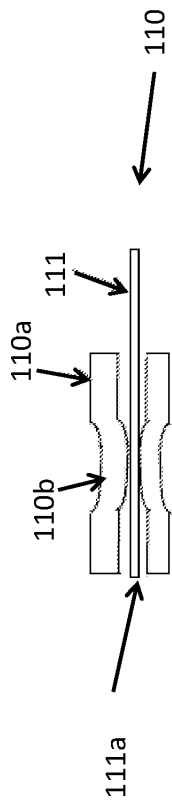
도면12b



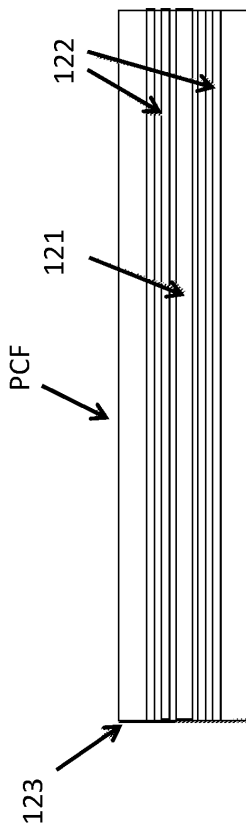
도면13



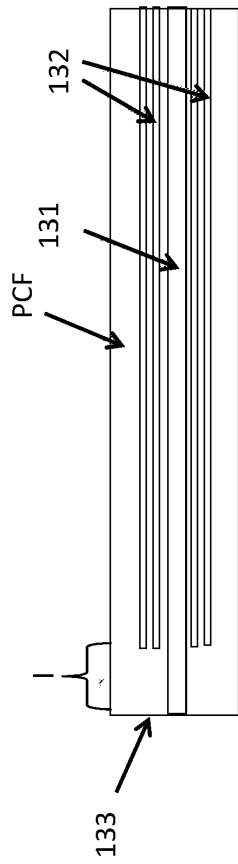
도면13b



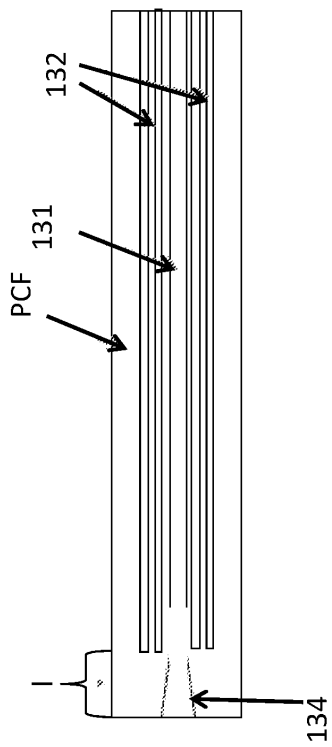
도면14a



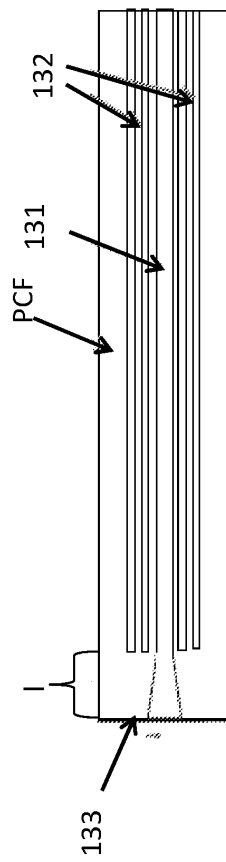
도면14b



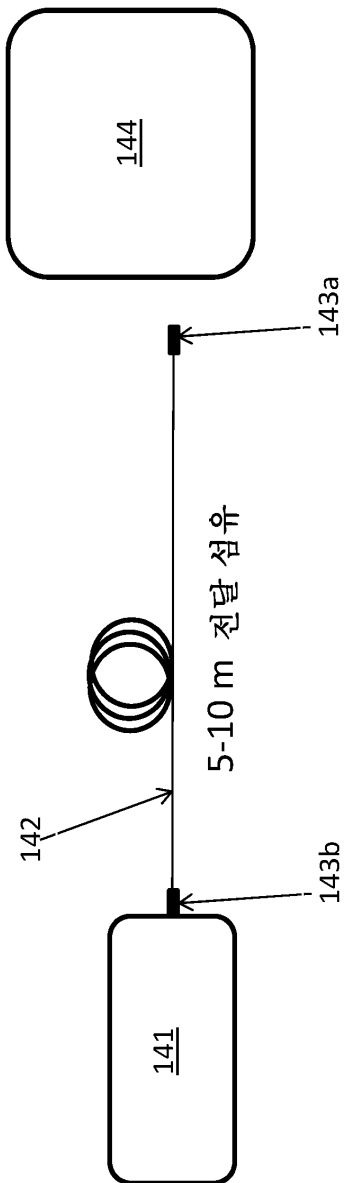
도면14c



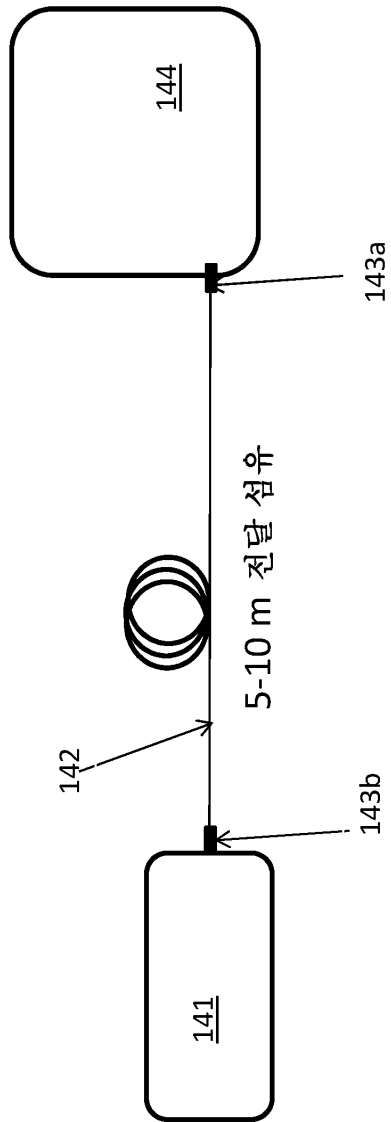
도면14d



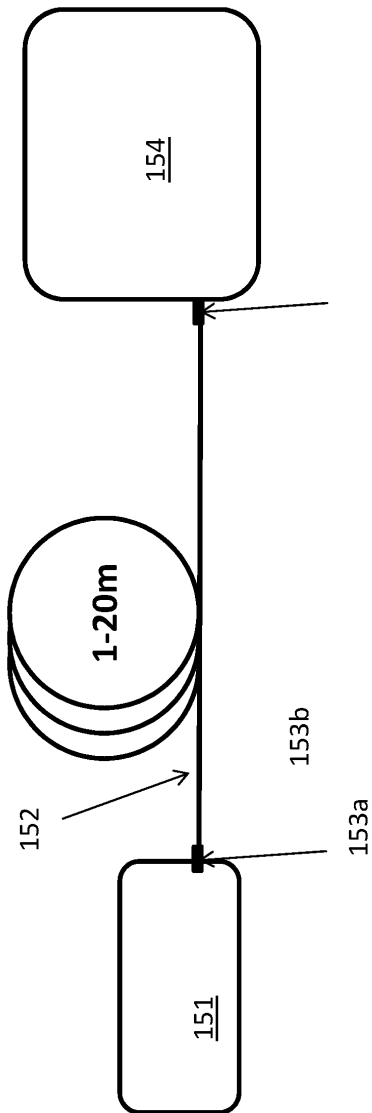
도면15



도면16



도면17a



도면17b

