



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월12일
(11) 등록번호 10-2705564
(24) 등록일자 2024년09월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/02 (2022.01) G02B 6/024 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02B 6/02347 (2013.01)
G02B 6/02357 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7002255
- (22) 출원일자(국제) 2018년06월24일
심사청구일자 2021년06월23일
- (85) 번역문제출일자 2018년01월24일
- (65) 공개번호 10-2018-0019739
- (43) 공개일자 2018년02월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/DK2016/050221
- (87) 국제공개번호 WO 2016/206700
국제공개일자 2016년12월29일
- (30) 우선권주장
PA 2015 70393 2015년06월25일 덴마크(DK)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2011107687 A*
JP2011257589 A*
WO2012168400 A1*
WO2015077021 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
엔케이티 포토닉스 에이/에스
덴마크 디케이-3460 벨케로드 브로켄 84
- (72) 발명자
웨이리치, 요하네스
덴마크 2200 코펜하겐 엔 에스티. 티에이치 필레가데 2
마크, 마틴 디벤달
덴마크 2800 케이지에스 린그비 에스. 윌름센스베지 9
- (74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 송병준

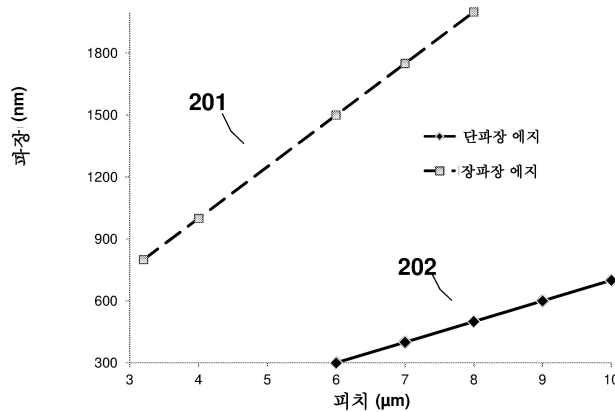
(54) 발명의 명칭 전달 섬유 어셈블리 및 광대역 소스

(57) 요약

본 발명은 광대역 광을 장치로 광을 전달하기 위해 적합하고 전달 섬유 및 연결기 부재를 포함하는 전달 섬유 어셈블리를 포함한다. 전달 섬유는 길이, 광을 론칭(launching)하기 위한 입력 단부 및 광을 전달하기 위한 전달 단부를 갖는다. 전달 섬유는 그 길이를 따라 코어 영역 및 코어 영역을 둘러싸는 클래딩 영역(cladding region)

(뒷면에 계속)

대표도



을 포함하고, 클래딩 영역은 굴절률(N_{bg})을 갖는 클래딩 배경 물질 및 최대 N_{inc} 의 굴절률을 갖고 전달 섬유에 의해 축의 길이로 연장하는 고체 물질의 개재물(inclusions)의 형태인 복수의 미세구조를 포함하고, 여기서 $N_{inc} < N_{bg}$ 이다. 클래딩 영역의 복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 2개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열된다. 연결기 부재는 전달 단부를 포함하는 전달 섬유의 전달 단부 섹션에서 전달 섬유에 장착된다. 전달 섬유는 약 200nm 이상의 투과 대역폭을 갖는다.

(52) CPC특허분류

G02B 6/024 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광대역 광을 전달하기 위해 적합하고 미세구조화된 전달 섬유 및 연결기 부재를 포함하는 전달 섬유 어셈블리에 있어서,

상기 전달 섬유는 광을 론칭(launching) 하기 위한 입력 단부 및 광을 전달하기 위한 전달 단부를 갖고, 상기 전달 섬유는 코어 영역 및 상기 코어 영역을 둘러싸는 클래딩 영역(cladding region)을 포함하고, 상기 클래딩 영역은 굴절률(N_{bg})을 갖는 클래딩 배경 물질 및 최대 N_{inc} 의 굴절률을 갖는 복수의 세로로 연장하는(longitudinally-extending) 고체 물질의 개재물(inclusions)의 형태인 미세구조들을 포함하고, 여기서 $N_{inc} < N_{bg}$ 이고 상기 클래딩 영역의 복수의 개재물은 상기 코어 영역을 둘러싸는 적어도 2개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열되고, 상기 코어 영역은 최대 15 μ m의 지름을 갖고, 상기 연결기 부재는 상기 전달 섬유의 전달 단부 섹션에서 상기 전달 섬유에 장착되며, 상기 전달 섬유는 200nm 이상의 투과 대역폭을 갖고, 상기 전달 섬유는 상기 투과 대역폭 내의 파장에서 0.5dB/m 미만의 투과 손실을 갖고, 상기 전달 섬유는 편광 유지 광섬유인, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 연결기 부재는, 상기 전달 단부가 수신기 도파관과의 물리적 접촉에서 상기 전달 단부를 연결하기 위한 상기 연결기 부재를 통과하도록, 상기 전달 단부까지의 간격으로 상기 미세구조화된 전달 섬유의 상기 전달 단부 섹션에서 상기 미세구조화된 전달 섬유에 장착되는, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 투과 대역폭 내의 적어도 하나의 파장에 대해서 그리고 적어도 상기 전달 단부 섹션을 따라서, 상기 미세구조화된 전달 섬유는 일정한 모드 필드 지름을 갖는, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

적어도 상기 전달 단부 섹션을 따르는 상기 미세구조화된 전달 섬유는 상기 투과 파장에 대한 모드 필드 지름 범위를 갖고, 상기 모드 필드 지름 범위는 상기 범위의 최저 모드 필드 지름의 30% 이하인, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전달 섬유는 상기 투과 대역폭 내의 적어도 하나의 파장에 대한 단일 모드인, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전달 섬유는 하나 이상의 응력 요소를 포함하는, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전달 섬유는 피치(d/ Λ)에 대한 코어 영역 지름을 갖고, 상기 코어 영역 지름은 0.7 이하인, 전달 섬유 어

셈블리.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 클래딩 영역 내의 상기 복수의 개재물은 상기 코어 영역을 둘러싸는 적어도 4개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열되는, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전달 섬유는 실리카 섬유이고 상기 고체 물질의 개재물은 다운 도핑된 실리카를 포함하는, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전달 섬유는 모든 고체 섬유이고, 상기 코어 영역, 상기 클래딩 영역 및/또는 상기 개재물은 상기 코어 영역, 상기 클래딩 영역 및/또는 상기 개재물의 각각의 굴절률에 도달하도록 도핑되는, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 어셈블리는 입력 단부 연결기 부재를 더 포함하고, 상기 입력 단부 연결기 부재는 상기 입력 단부를 포함하는 상기 전달 섬유의 입력 단부 섹션에서 상기 미세구조화된 전달 섬유에 장착되고, 상기 입력 단부 연결기 부재는 광 론칭 유닛과 물리적 접촉으로 상기 입력 단부를 연결하기 위해 구성되는, 전달 섬유 어셈블리.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광대역 소스 및 광대역 소스 시스템으로부터 광을 전달하기에 적합한 전달 섬유 및 이러한 광대역 소스를 포함하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광대역 소스 및 시스템은 본 기술 분야에 잘 알려져 있으며, 예를 들면 EP2081 074, W015003714 및 W015003715에 기술되어 있다.

[0003] W015003714는 미세구조화된 광섬유 및 펌프 광원을 포함하는 초연속체 광원을 개시하며, 여기서 미세구조화된 광섬유는 중간 테이퍼링(tapering)된 부분을 포함한다. 그에 의해, 매우 광범위하고 안정한 초연속체의 광이 얻어진다.

[0004] 미국 특허 제 8,731,009 호에는 초연속체를 생성하기 위한 펌프 소스 및 생성기 섬유를 포함하는 초연속체 광원이 개시되어 있으며, 여기서 생성기 섬유의 코어의 굴절률 프로파일은 그것이 상대적으로 높은 스펙트럼 밀도 및/또는 양호한 빔 품질을 광 초연속체에 제공함에 따라 광의 모달 클리닝(modal cleaning)을 허용하도록 배열된다.

[0005] 일반적으로, 종래 기술의 광대역 소스의 대부분은 점점 더 넓은 대역폭에 걸쳐 있는 고품질의 초연속체 광 예로서, 450nm 보다 크거나 훨씬 더 아래의 청색 파장에 또한 걸쳐 있는 예로서, 초연속체를 생성하는데 초점을 맞춘다.

[0006] 생성된 광 또는 그 일부는 종종, 시뮬레이팅(simulating)된 방출 고갈을 위한 것, 광 간섭 단층촬영(OCT)을 위한 형광 이미징 절차 및/또는 계측과 같은, 산업 검사를 위한 것과 같은 고 정밀 조명 절차 및/또는 고 정밀 측정 절차에서 이용된다.

[0007] 일반적으로, 광대역 소스에 의해 생성된 광 또는 광의 일부는 전달 섬유를 통해 조명 장치 및/또는 장치의 측정 프로세스에 이용하기 위한 측정 장치와 같은 장치로 투과된다. 일반적으로 전달 섬유가 장치에 연결하기 쉬운

것이 바람직하고, 표준 IEC 61754-20, IEC 61754-15 또는 IEC 61754-13에 따른 연결기와 같은 표준 연결기를 이용하는 것이 본 기술 분야에 잘 알려져 있다.

[0008] 종래 기술의 전달 섬유는 일반적으로 취급이 용이하고, 연결하기 쉽고, 투과 손실이 낮기 때문에 상대적으로 매우 좁은 투과 대역폭을 갖는 스텝 인덱스 섬유를 갖는다. 더 넓은 대역폭을 투과시킬 수 있기 위해서는 전달 섬유가 도입됨에 따라 단면에 공기 구멍이 있는 광결정 광섬유(PCF)를 이용하는 것이 제안된다; 그에 의해, 전달 섬유는 더 넓은 대역폭을 투과시킬 수 있다. 그러나, 그러한 구멍이 많은 PCF는 일반적으로 연결하기가 어렵고 바람직하지 않은 전력 손실을 초래할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 광대역 소스로부터 및/또는 2개 이상의 소스 뿐만 아니라, 전달 섬유가 단순하게, 광을 장치로 투과시키기 위한 장치에 연결하기 위한 그리고 상기 논의된 문제점들 중 적어도 하나가 완화되는 광대역 소스 시스템으로부터 광대역 광을 전달하기에 적합한 전달 섬유 어셈블리를 제공하는 것이다.

[0010] 또 다른 목적은 광대역 소스 및 전달 섬유를 포함하는 광대역 소스 시스템을 제공하는 것이고, 상기 전달 섬유는 단순하게 예로서, 광을 장치로 투과시키기 위한 장치에 연결하며, 여기서 상기 논의된 문제점들 중 적어도 하나가 완화된다.

[0011] 일 실시예에서, 목적은 상이한 파장(들)을 갖는 2개 이상의 광원으로부터 전달 섬유에 의해 광을 전달하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 이들 및 다른 목적은 청구항에서 정의되고 이하에서 설명되는 본 발명 또는 이의 실시예에 의해 해결되었다.

[0013] 본 발명 또는 이의 실시예가 다음의 설명으로부터 당업자에게 명백해질 다수의 추가적인 장점을 갖는 것이 발견되었다.

[0014] 본 발명에 따르면, 그것은 광대역 광 또는 파장 예로서, 광범위 내의 이산 파장을 포함하는 광대역 광의 선택된 부분을 전달하기 위해 새로운 유형의 전달 광섬유를 제공함으로써 발견되었다. 전달 섬유는 비교적 간단하고 효과적인 방법으로 매우 낮은 손실로 연결될 수 있다. 동시에, 신규한 전달 섬유 어셈블리는 상대적으로 높은 기계적 강도를 가지며, 이러한 전달 섬유가 일반적으로, 굴곡 및 거친 취급과 같은 기계적 교란을 받기 때문에 사실상 매우 유익하다는 것이 발견되었다. 종종 전달은 코일링(coiling)되거나 반복적으로 코일링되지 않고 코일링 지름의 제어를 받지 않는다.

[0015] 본 발명의 전달 섬유 어셈블리의 일 실시예에서, 광대역 광을 장치로 투과시키기 위한 장치로 전달하기 위해 적용된다. 전달 섬유 어셈블리는 전달 섬유 및 연결기 부재를 포함한다. 전달 섬유는 길이, 광을 론칭(launching)하기 위한 입력 단부 및 광을 전달하기 위한 전달 단부를 갖는다. 전달 섬유는 그 길이를 따라 코어 영역 및 코어 영역을 둘러싸는 클래딩 영역(cladding region)을 포함하며, 클래딩 영역은 굴절률(N_{bg})을 갖는 클래딩 배경 물질 및 최대 N_{inc} 의 굴절률을 갖고 전달 섬유의 길이 바람직하게, 전달 섬유의 세로 축을 따라 연장하는 고체 물질의 개재물(inclusions)의 형태인 복수의 미세구조를 포함하며, 여기서 $N_{inc} < N_{bg}$ 이다. 클래딩 영역의 복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 2개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴(전달 섬유의 단면에서 보여지는 패턴)으로 배열된다. 연결기 부재는 전달 단부를 포함하는 전달 섬유의 전달 단부 섹션에서 전달 섬유에 장착된다. 게다가, 전달 섬유는 적어도 한 옥타브(octave)(주파수의 절반/2배)와 같은 약 200nm 이상의 예를 들면, 약 300nm 이상의 예를 들면, 약 400nm 이상의 예를 들면, 약 500nm 이상의 투과 대역폭을 갖는다. 일반적으로, 코어 영역은 최대 약 15 μ m 이하의 지름을 갖는 것이 바람직하다.

[0016] 일 실시예에서, 투과 대역폭은 전달 섬유가 0.5dB/m 미만의 투과 손실을 갖는 파장으로 정의된다. 일 실시예에서, 투과 대역폭은 전달 섬유가 0.1dB/m 미만의 투과 손실을 갖는 파장으로 정의된다. 이롭게, 섬유가 16cm 또는 32cm 굴곡 지름으로 구부러질 때 투과 손실이 측정된다.

[0017] 지금까지, 광대역 소스로부터의 광을 측정 및/또는 조명을 위한 장치로 전달하기 위한 전달 섬유로서 고체 개재물을 포함하는 모든 고체 섬유를 이용하는 것은 결코 고려되지 않았다. 특히, 고체 개재물을 포함하는 그러한

모든 고체 섬유가 200nm 이상의 투과 대역폭을 갖도록 구성될 수 있다는 것은 결코 고려되지 않았고, 특히 고체 개재물을 포함하는 모든 고체 섬유가 200nm 이하, 1800nm 미만 또는 심지어 900nm 미만의 투과 대역폭을 갖도록 구성될 수 있다는 것이 놀라운 일이다.

- [0018] "개재물"이란 용어는 배경 물질에서의 개재물을 의미하며, 개재물은 그것을 둘러싸고 있는 배경 물질의 굴절률보다 다른 굴절률을 갖는다. 예를 들면, 고체 개재물은 배경 물질보다 다른 유리 종류의 개재물 및/또는 도핑된 물질(F, Ge, P, B와 같은 굴절률 변화 물질)의 개재물, 진공 개재물 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 전달 섬유의 개재물은 동일하거나 상이한 물질 또는 구조일 수 있다. 개재물은 동종의 물질일 수 있거나 그것은 상이한 물질 및/또는 굴절률의 영역을 가질 수 있다. 개재물이 상이한 굴절률의 여러 영역을 포함하는 경우, 개재물의 굴절률은 개재물의 평균 굴절률로서 결정된다.
- [0019] 본 출원의 맥락에서, "개재물 링"이라는 문구는 코어와 실질적으로 같은 방사 간격을 가지며 코어를 둘러싸는 링 구성으로 정렬되는 클래딩 개재물을 언급한다. 전형적으로, 개재물 링은 완전히 원형이 아니고, 오히려 육각형 형상과 같은 다수의 부드러운 각으로 형성된다. 바람직하게, 개재물 링의 모든 개재물은 실질적으로 같은 크기이고 바람직하게, 동일한 물질이다.
- [0020] "방사 간격(radial distance)"이라는 문구는 전달 섬유의 코어의 세로 축으로부터 방사 방향으로 결정된 간격을 의미한다.
- [0021] 용어 "실질적으로"는 통상의 제품 차이 및 허용 오차가 포함되는 것을 의미하는 것으로 간주되어야 한다.
- [0022] 코어 및 개재물의 지름은 코어/개재물의 특성 지름으로 결정된다. 코어 또는 개재물이 항상 전체적으로 원형인 것은 아니다. 특성 지름은 원형이거나 개재물이 원형이 아닌 경우의 개재물/코어의 원의 지름이며, 특성 지름은 문제의 개재물/중심의 최대 및 최소 범위의 평균으로 결정된다.
- [0023] 개재물은 동일하거나 상이한 지름을 가질 수 있고 각각의 개재물의 개재 지름은 언급된 바와 같이, 섬유의 길이를 따라 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에서, 전달 단부, 및 연결기 부재를 포함하는 전달 섬유의 전달 단부 섹션은 전달 단부가 수신기 도파관, 바람직하게, 조명 및/또는 계측 및/또는 수술을 위한 장치에 통합된 수신기 섬유와 같은, 수신기 섬유와 물리적 접촉으로 전달 단부를 연결하기 위한 연결기 부재를 통과하도록 전달 단부로부터 장착 간격으로 장착된다.
- [0025] 섬유의 전달 단부는 단부 패킷(end facet)이다. 전달 단부까지의 장착 간격은 통상적으로 수 mm 예로서, 적어도 2mm, 예를 들면 최대 2cm 또는 바람직하게, 1cm 미만이다. 전달 단부까지의 장착 간격은 일반적으로 연결기 부재의 구조에 의해 주어진다. 바람직하게, 연결기 부재는 표준 IEC 61754-20, IEC 61754-15 또는 IEC 61754-13 또는 동등한 표준 중 적어도 하나에 따른 표준 연결기 부재와 같은 표준 연결기 부재이다. 전달 단부로부터의 장착 간격은 전달 단부에서 연결기 부재에 가장 가까운 물리적 접촉까지의 간격으로 결정된다. 통상적으로, 연결기 부재는 연결된 전달 단부를 동시에 보호하면서 다른 연결기 부재와 결합 및 연결되도록 전달 단부를 넘어 연장되는 연결 플랜지(connecting flange)를 갖는다. 장치에 연결되기 전로 전달 단부는 바람직하게, 제거 가능한 캡에 의해 보호된다. 최적의 연결을 위해, 전달 단부는 이롭게, 연마되고 선택적으로 예를 들면 패킷을 갖도록 배열되고, 상기 패킷은 섬유의 단면 평면에 대해 예로서, 최대 60도 예를 들면, 최대 약 30도 예를 들면, 약 3 내지 10도 예를 들면, 약 8도로 기울어져서 단부 패킷에서 광의 바람직하지 않은 반사를 감소시킬 수 있다. 광대역 작동의 경우 패킷의 각도가 종종 타협점으로 선택된다. 따라서, 바람직하지 않은 양의 광이 반사되지 않아 섬유의 NA 내에서 다량의 광이 수집되는 것을 보장하기에 충분히 큰 패킷 각을 갖는 것이 일반적으로 바람직하다. 다른 한편으로는, 바람직하지 못한 각 분산을 초래할 수 있기 때문에, 패킷 각은 이롭게, 너무 크지 않아야 한다.
- [0026] 일 실시예에서, 전달 섬유의 전달 단부 섹션은 연결기 부재에 장착되어, 전달 섬유의 전달 단부가 섬유 도파관 구조를 변화시키지 않고 연결화에 적합하게 한다.
- [0027] 본 발명에 따라, 전달 섬유 어셈블리의 전달 섬유는 자유 공간 광학의 이용 없이 - 즉, 연결 부위에서의 투과가 섬유 외부에 - 그리고 전파 모드의 위상 정면의 원하지 않는 변화 없이 - 장치에 연결될 수 있음이 발견되었다. 또한, 전달 섬유 어셈블리의 전달 섬유는 바람직하지 않은 모드 필드의 팽창 없이 장치에 연결될 수 있으며, 이로써 광 손실이 감소되거나 완전히 회피될 수 있다.
- [0028] 일 실시예에서, 연결기 부재는 전달 단부까지의 간격으로 전달 섬유의 전달 단부 섹션에서 전달 섬유에 장착되어, 전달 단부가 수신기 도파관, 바람직하게, 조명 및/또는 계측 및/또는 수술을 위한 장치에 통합된 수신기 섬

유와 같은, 수신기 섬유와 물리적 접촉으로 전달 단부를 연결하기 위한 연결기 부재를 통과하도록 한다.

- [0029] 연결기 부재는 바람직하게, 페룰(ferrule)을 포함하고, 전달 단부 섹션은 수신기 유닛에 결합되기 위해 페룰을 통과한다.
- [0030] 이롭게, 연결기 부재는 전달 단부가 예를 들면 상기 도파관에 물리적으로 접촉하여 수신 도파관 예로서, 대응하는 수신 도파관 연결기 부재를 포함하는 광섬유에 연결될 수 있도록 배열된다.
- [0031] 이롭게, 연결기 부재는 스프링 로딩되고, 따라서 전달 단부 패킷은 연결기가 결합될 때 섬유면이 함께 가압되는 버트 결합으로(butt coupling) 수신 섬유에 결합될 수 있다. 결과로 발생하는 유리-유리 접촉은 결합된 섬유 사이의 공기 갭에 의해 야기되는 신호 손실을 제거한다.
- [0032] 일 실시예에서, 전달 섬유는 적어도 그것의 전달 단부 섹션을 따라, 선택적으로는 섬유의 전체 길이를 따라, 모드 필드가 섬유를 팽창시키는 투과 대역폭 내에서 적어도 하나의 파장에 대한 일정한 모드 필드 지름이 광을 잃을 수 있다. 전달 단부 섹션은 바람직하게, 적어도 2mm, 바람직하게, 적어도 약 5mm, 예를 들면, 적어도 1cm의 섬유 길이를 포함한다. 바람직하게, 전달 섬유는 적어도 전달 단부 섹션을 따라 투과 대역폭 내에서 일정한 모드 필드 지름 대 파장 프로파일을 갖는다. '모드 필드 지름 대 파장 프로파일'이라는 문구는 투과 대역폭 내에서 각 파장에 대한 각각의 모드 필드 지름의 프로파일을 의미한다. 따라서, 전달 섬유는 최소한의 광 손실로 사용하기 위한 장치에 연결될 수 있다.
- [0033] 전달 섬유의 모드 필드 지름은 원하는 투과 파장 대역폭에 따라 이롭게, 선택된다. 2 μ m 미만 파장의 파장 범위에 대한 모드 필드 지름이 놀랍게도 거의 변하지 않음이 발견되었다. 따라서, 100nm의 대역폭에 있어서, 모드 필드 지름은 바람직하게, 가장 낮은 파장의 모드 필드 지름에 기초하여 10% 미만으로 변한다.
- [0034] 비교적 작은 즉 약 15 μ m 이하의 코어 영역이 투과 대역폭에 대한 모드 필드 지름 범위를 좁게 유지하는 중요한 인자인 것으로 발견되었다. 따라서, 심지어 더 작은 코어 영역을 선택함으로써, 투과 대역폭에 대한 모드 필드 지름 범위가 더 좁아 질 수 있다. 또한, 모드 필드 지름 변화는 파장이 약 900nm의 파장에 대해 더 작거나 더 큰 파장의 경우에 그 미만이라는 것이 발견되었다.
- [0035] 전달 섬유는 모드 필드 지름 범위를 선택함으로써 맞춰질 수 있고 즉, 일 실시예에서, 적어도 상기 전달 단부 섹션을 따르는 전달 섬유는 상기 투과 파장에 대한 모드 필드 지름 범위를 가지며, 모드 필드 지름 범위는 범위의 최저 모드 필드 지름의 약 30% 이하, 예를 들면 약 20% 이하 예를 들면, 약 15% 이하 예를 들면, 약 10% 이하이다. 모드 필드 지름 범위는 투과 대역폭에 대응하는 모드 필드 지름의 범위이고, 범위의 최저 모드 필드 지름은 투과 대역폭의 최저 파장의 모드 필드 지름이다.
- [0036] 이롭게, 상기 투과 대역폭 내의 적어도 하나의 파장에 대한 그리고 적어도 상기 전달 단부 섹션을 따르는 전달 섬유는 일정한 개구 수(NA) 및 0.5dB/m 미만 예를 들면, 약 0.2dB/m 미만 예를 들면, 약 0.1dB/m 미만 또는 심지어 0.05dB/m 미만의 전파 손실을 갖는다.
- [0037] 이롭게, 전달 섬유는 투과 대역폭 내의 적어도 하나의 파장에 대해 단일 모드이다. 일반적으로 광 빔은 단일 모드 광에 비해 다중모드 광에 비해 훨씬 더 높은 품질을 가지며 일부 애플리케이션에서는 단일 모드 광이 필요하다. 바람직하게, 전달 섬유는 투과 대역폭의 적어도 약 50% 예를 들면, 적어도 약 80% 예를 들면, 전달 섬유의 전체 투과 대역폭에 대해 단일 모드이다.
- [0038] 바람직한 실시예에서, 전달 섬유는 편광 유지 광섬유(PM 섬유)이다. PM 섬유는 예를 들면 하나 이상의 응력 요소를 포함할 수 있다.
- [0039] PM 섬유는 선형 편광된 광이 광섬유로 론칭되면 선형 편광을 유지할 수 있는 섬유이다. 이롭게, 론칭된 편광된 광은 PM 전달 광섬유를 따라 전파되는 동안 선형 편광을 유지하고 선형 편광 상태로 섬유를 나온다. 이롭게, 2개의 편광 모드 사이에 광 전력의 교차 결합이 거의 없거나 전혀 없다. 바람직하게, PM 투과 섬유는 투과 대역폭 내에서 적어도 하나의 파장에 대해 단일 모드이다. 전달 섬유를 PM 섬유로 제공함으로써, 전달 섬유는 더욱 낮은 굽힘 손실을 갖는다.
- [0040] 예로서, US 7,289,709에 설명된 바와 같이, PM 속성은 예를 들면 응력 요소를 통합함으로써 유도될 수 있다.
- [0041] 코어 영역은 원칙적으로 전력 및 투과된 파장에 의존하여 임의의 코어 지름을 가질 수 있다. 이롭게, 전달 섬유 코어 영역은 적어도 약 3 μ m의 지름을 갖는다. 코어 영역은 전달 섬유의 길이를 따라 변할 수 있지만, 일반적으로 코어 영역이 전달 섬유의 주요 부분을 따라 예를 들면, 바람직하게, 전달 섬유의 길이의 적어도 약 80%를 따

라 실질적으로 같은 지름을 갖는 것이 바람직하다. 가장 적합한 코어 영역 지름은 최대 약 $15\mu\text{m}$ 예를 들면, 약 $3\mu\text{m}$ 내지 약 $10\mu\text{m}$ 의 범위 내 예를 들면, 약 $4\mu\text{m}$ 내지 약 $12\mu\text{m}$ 이다.

- [0042] 전달 섬유유 의 투과 대역폭이 500nm 미만 또는 심지어 450nm 미만의 파장을 포함하는 경우, 전달 섬유 코어 영역은 이롭게, 약 $10\mu\text{m}$ 미만의 지름을 갖는데, 이는 전달 섬유유 의 코어 영역이 예를 들면, 약 15nm 보다 큰 것과 같이 더 큰 경우, 자외선 영역에서 증가된 손실이 존재한다.
- [0043] 코어 영역 크기, 개재물 지름 및 패턴과 같은 광섬유의 모든 구조 세부 사항은 달리 명시되지 않는 한 섬유의 단면도와 관련하여 제공된다.
- [0044] 일 실시예에서, 코어 영역 지름은 선택적으로 전달 섬유유 의 하나 이상의 구성요소 섹션을 제외하고, 전달 섬유유 의 길이를 따라 실질적으로 동일하다.
- [0045] 그러한 구성요소 섹션(들)은 이하에서 더 설명된다.
- [0046] 바람직하게, 클래딩 영역 내의 복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 4개의 개재물 링 예를 들면, 코어 영역을 둘러싸는 적어도 5개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열된다. 개재물 링의 수를 증가시킴으로써 투과 대역폭이 증가될 수 있고 단일 모드 속성 및/또는 감소된 손실과 같은 또 다른 부가적인 속성이 향상될 수 있음이 발견되었다. 개재물의 링은 이롭게, 인접한 개재물 사이의 간격이 피치의 P 배가 되도록 피치 패턴으로 배열되며, 여기서 P는 0.5 또는 최대 5 바람직하게, 최대 3 이하 예를 들면, 1 또는 2와 같은 정수이며, P는 가장 가까운 개재물의 다른 간격과 다른 값을 가질 수 있다.
- [0047] 일 실시예에서, 개재물은 피치 패턴, 이중 피치 패턴, 삼중 피치 패턴, 하프 피치 패턴 또는 이들의 조합으로 배열되고, 여기서 피치는 코어 영역과 개재물 사이의 최소 중심 대 중심 간격으로서 결정된다 .
- [0048] 피치(Λ)가 원하는 투과 대역폭, 특히 투과 대역폭이 450nm 미만의 청색 범위 및/또는 800nm 보다 큰 적색 범위의 파장을 포함하는지 여부에 따라 전달 섬유유 를 맞추는데 이용될 수 있음이 발견되었다. 청색 파장에 도달하기 위해, 피치는 약 $10\mu\text{m}$ 미만 바람직하게, 약 $9\mu\text{m}$ 미만 예를 들면, 약 $8\mu\text{m}$ 미만 예를 들면, 약 $7\mu\text{m}$ 미만 예를 들면, 약 $6\mu\text{m}$ 미만임이 바람직하다. 피치의 적색 파장에 도달하기 위해, 피치는 이롭게, 약 $3.2\mu\text{m}$ 이상 예를 들면, 약 $3.2\mu\text{m}$ 이상, 예를 들면 약 $4\mu\text{m}$ 이상, 예를 들면 약 $5\mu\text{m}$ 이상, 예를 들면 약 $5\mu\text{m}$ 이상, 예를 들면 약 $7\mu\text{m}$ 이상, 예를 들면 약 $8\mu\text{m}$ 이상이다.
- [0049] 피치(d/Λ)에 대한 코어 영역 지름은 이롭게, 약 0.7 이하, 예를 들면 약 0.3 내지 약 0.65, 예를 들면 약 0.4 내지 약 0.6일 수 있다.
- [0050] 이롭게, 코어 영역은 굴절률(N_{core})을 가지며, 클래딩 영역은 유효 굴절률(N_{clad})을 가지며, 클래딩 배경 물질의 굴절률(N_{bg})은 코어 영역(N_{core})의 굴절률과 실질적으로 같다.
- [0051] 일 실시예에서, 코어 영역의 굴절률은 균일하다. 다른 실시예에서, 코어 영역은 공동 계류 중인 DK PA 2014 00545에 설명된 바와 같이 미세구조화된다. 코어 영역이 미세구조화되는 경우, 코어 영역의 굴절률(N_{core})은 평균 굴절률로서 결정된다.
- [0052] 일 대안적인 실시예에서, 클래딩 배경 물질의 굴절률(N_{bg})은 코어 영역의 굴절률(N_{core})과 다르며, 바람직하게, 클래딩 배경 물질의 굴절률(N_{bg})이 코어 영역의 굴절률(N_{core})보다 낮게 된다.
- [0053] 일 실시예에서, 전달 섬유유 는 실리카 섬유유 이고, 고체 개재물은 다운 도핑된 실리카이다. 바람직하게, 서로 독립적으로 고체 개재물은 불소 및/또는 붕소 및/또는 F 및/또는 B 원자를 포함하는 구성요소 중 적어도 하나로 도핑된 실리카이다.
- [0054] 각각의 개재물은 동일하거나 상이한 굴절률을 가질 수 있고, 개재물은 굴절률이 상기 설명된 바와 같은 평균 굴절률로서 결정되는 상황에서 상이한 굴절률을 갖는 몇몇 영역을 가질 수 있다.
- [0055] 일 실시예에서, 서로 독립적인 각각의 개재물의 굴절률과 배경 물질의 굴절률(N_{bg}) 사이의 차이는 약 10^{-5} 내지 약 0.1, 예를 들면, 약 10^{-4} 내지 약 10^{-2} 이며, 예를 들면 최대 약 10^{-3} 이다.
- [0056] 일 실시예에서, 개재물은 실질적으로 같은 굴절률(N_{inc})을 갖는다.

- [0057] 일 실시예에서, 개재물의 n 은 상이한 굴절률 $N_{inc(1)}, \dots, N_{inc(n)}$ 을 가지며, 여기서 n 은 개재물의 수까지의 정수이다 - 즉 원칙적으로 모든 개재물은 상이한 굴절률을 가질 수 있다. 그러나, 실용적인 관점에서, 이 실시예는 바람직하지 않다.
- [0058] 이롭게, 최대 10개, 예를 들면, 2 내지 4개, 바람직하게, 개재물 링의 모든 개재물은 실질적으로 같은 굴절률을 갖는다.
- [0059] 일 실시예에서, 하나의 개재물의 링의 개재물은 다른 개재물의 링의 개재물의 굴절률과 상이한 굴절률을 갖는다. 바람직하게, 하나의 개재물의 링의 개재물은 코어 영역에 더 가까운 또 다른 개재물의 링의 개재물보다 높은 굴절률을 갖는다. 상이한 굴절률을 갖는 개재물의 링을 가짐으로써, 전달 섬유는 원하는 투과 대역폭을 갖도록 설계될 수 있고 동시에 고차 모드가 억제될 수 있다.
- [0060] 일 실시예에서, 개재물의 링의 개재물은 상이한 굴절률을 갖는 2개 이상의 개재물을 포함한다.
- [0061] 이롭게, 고체 개재물은 코어 영역에 실질적으로 평행하다. 따라서 섬유는 비교적 간단한 방법으로 도실될 수 있다.
- [0062] 일 실시예에서, 고체 개재물은 코어 영역을 나선형으로 둘러싼다. 이에 따라 개재물의 수가 감소될 수 있고/거나 벤딩 손실이 감소될 수 있다. 그러나, 코어 영역을 나선형으로 둘러싼 개재물을 갖는 섬유의 제조는 코어 영역에 평행한 개재물보다 어렵다.
- [0063] 일 실시예에서, 전달 섬유는 내부 클래딩 영역 및 외부 클래딩 영역을 포함하며, 클래딩 배경 물질은 다를 수 있다.
- [0064] 일 실시예에서, 전달 섬유는 내부 클래딩 영역 및 외부 클래딩 영역을 포함하며, 클래딩 배경 물질은 동일한 굴절률을 갖는다.
- [0065] 일 실시예에서, 전달 섬유는 내부 클래딩 영역 및 외부 클래딩 영역을 포함하며, 외부 클래딩 영역의 개재물은 내부 클래딩 영역의 개재물보다 높은 인덱스를 갖는다. 이 실시예에서 내부 클래딩 영역은 이롭게, 최대 N_{inc} 의 굴절률을 갖는 본 명세서에 설명된 고체 물질의 개재물을 포함하고 외부 클래딩 영역의 개재물은 N_{inc} 보다 높은 굴절률을 갖는 고체 물질이다. 바람직하게, 외부 클래딩 영역의 개재물은 외부 클래딩 영역의 배경 물질보다 높은 굴절률을 갖는 고체 물질로 이루어진다. 그에 의해, 외부 클래딩 영역의 개재물은 고차 모드를 결합하도록 작용할 수 있다.
- [0066] 일 실시예에서, 전달 섬유는 예를 들면 상기 설명된 바와 같이 내측 클래딩 영역 및 외측 클래딩 영역을 포함하는 이중 클래드 전달 섬유이고, 전달 섬유는 신호가 예로서, 자유 공간 광을 통해 또한 결합기 예로서, 하기에 설명된 바와 같은 융합된 결합기를 통해 수집될 수 있도록 구성된다.
- [0067] 개재물은 원칙적으로 임의의 크기를 가질 수 있지만, 일반적으로 개재물을 복굴절하게 하기 위해 이용되는 경우가 아니면 개재물이 너무 크지 않는 것이 바람직하다.
- [0068] 일 실시예에서, 고체 개재물은 동일하거나 상이한 지름을 가지며, 바람직하게, 지름은 약 0.2 내지 약 $1\mu\text{m}$, 예를 들면, 약 0.4 내지 $0.8\mu\text{m}$ 이다.
- [0069] 바람직하게, 개재물의 링의 개재물은 동일한 지름을 갖는다. 일 실시예에서, 개재물의 링의 개재물은 제 1 지름을 가지며 또 다른 개재물의 링의 개재물은 제 1 지름과 다른 제 2 지름을 갖는다.
- [0070] 이롭게, 전달 섬유는 모든 고체 섬유 - 즉 25°C 에서 완전히 고체인 섬유이다. 바람직하게, 전달 섬유는 모든 실리콘 섬유이며, 코어 영역, 클래딩 영역 및/또는 개재물은 각각의 굴절률에 도달하도록 도핑된다.
- [0071] 일 실시예에서, 전달 섬유의 투과 대역폭은 약 400nm 내지 900nm의 범위 내의 파장을 포함한다. 이 파장 범위는 특히 현미경에 기초한 절차에 있어서 다수의 고정밀 절차에 매우 적합하다. 바람직하게, 전달 섬유의 투과 대역폭은 적어도 약 100nm의 대역폭, 예를 들면 적어도 약 200nm의 대역폭, 예를 들면 적어도 약 300nm의 대역폭, 예를 들면 적어도 약 400nm의 대역폭, 예를 들면 약 400nm 내지 900nm의 범위 내의 전체 대역폭을 포함한다.
- [0072] 일 실시예에서, 투과 대역폭은 가시 범위의 적어도 하나의 파장을 포함한다.
- [0073] 일 실시예에서, 투과 대역폭은 가시 범위보다 큰 예를 들면, 700nm 또는 그보다 큰 파장을 포함한다. 이것은 안구 수술 중 특히 투과 대역폭이 700nm 보다 큰 조명에 매우 적합하다.

- [0074] 일 실시예에서, 투과 대역폭은 450nm 미만, 또는 심지어 400nm 미만의 적어도 하나의 파장을 포함한다. 이러한 파장은 많은 현미경 조명 절차에 매우 적합하다.
- [0075] 일 실시예에서, 전달 섬유는 1500nm 보다 큰 파장을 억제하도록 구성된다. 이는 개재물의 각 링 내의 개재물 사이의 간격의 선택 및/또는 코어 영역의 굴절률과 클래딩 영역의 유효 굴절률 사이의 굴절률 차이의 선택에 의해 제공될 수 있다.
- [0076] 일 실시예에서, 전달 섬유는 900nm 보다 큰 파장을 억제하도록 구성된다.
- [0077] 일 실시예에서, 전달 섬유의 투과 대역폭은 약 1100nm 내지 2400nm의 범위 내의 파장을 포함하고, 바람직하게, 전달 섬유의 투과 대역폭은 적어도 약 100nm의 대역폭, 예를 들면 적어도 약 200nm의 대역폭, 예를 들면 적어도 약 300nm의 대역폭, 예를 들면 적어도 약 400nm의 대역폭, 예를 들면 적어도 약 1100nm 내지 2400nm의 범위 내의 전체 대역폭을 포함한다.
- [0078] 일 실시예에서, 전달 섬유의 투과 대역폭은 약 400nm 내지 1100nm의 범위 내의 파장을 포함한다.
- [0079] 일 실시예에서, 전달 섬유의 투과 대역폭은 800nm 미만, 예를 들면 700nm 미만, 예를 들면 600nm 미만, 예를 들면 500nm 미만의 파장을 포함한다.
- [0080] 전달 섬유는 원하지 않는 굴곡과 기계적 교란을 초래할 수 있으므로 너무 길면 안된다. 그러나 전달 섬유가 너무 짧지 않아야 한다. 바람직한 실시예에서, 전달 섬유 어셈블리는 특정 용도를 위해 상이한 길이로 공급될 수 있다.
- [0081] 전달 섬유의 적절한 길이는 예를 들면 약 5cm 내지 약 100m, 예를 들면 약 10cm 내지 약 30m, 예를 들면 약 20cm 내지 약 20m, 예를 들면 약 30cm 내지 약 10m이다.
- [0082] 이롭게, 전달 섬유는 적어도 하나의 구성요소 섹션을 포함하고, 구성요소 섹션은 이롭게 전달 섬유로부터의 광의 분할 및/또는 전달 섬유에서의 광 조합을 위해 구성되며, 구성요소 섹션은 바람직하게, 모든 섬유 구성요소 섹션이다.
- [0083] 이롭게, 전달 섬유는 융합된 결합기 또는 융합된 스플리터와 같은 융합된 구성요소를 포함한다. 이러한 융합된 구성요소는 본 분야에 공지되어 있지만, 지금까지 전달 섬유에 적용되거나 융합된 적이 없다. 융합된 요소의 원리는 전달 섬유의 코어와 융합된 구성요소의 코어 - 보통 섬유 구성요소 - 가 융합되어 광을 한 코어에서 또 다른 코어로 전달하기 위해 서로 매우 가깝게 존재한다는 것이다. 융합된 구성요소(들)의 장점은 예로서, 코어 영역을 둘러싸는 클래딩 영역 및 코어 영역을 포함하는 고체 미세구조를 갖는 광섬유를 포함하고, 클래딩 영역은 굴절률(TN_{bg})을 갖는 클래딩 배경 물질 및 최대 TN_{inc} 의 굴절률을 갖고 한 쌍의 전달 섬유의 길이로 바람직하게, 상기 한 쌍의 전달 섬유를 따라 연장하는 고체 물질의 개재물의 형태의 복수의 미세구조를 포함하고, $TN_{inc} < TN_{bg}$ 이며, 클래딩 영역의 복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 2개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열된다.
- [0084] 설명된 바와 같이 개재물 형태의 고체 미세구조를 포함하는 모든 고체 섬유를 이용함으로써, 전달 섬유로의 또는 상기 전달 섬유로부터의 광의 결합 또는 분리가 전달 섬유에 결합되거나 상기 전달 섬유로부터 분리되는 광의 일부가 그것이 결합 또는 분리된 광과 실질적으로 같은 파장 프로파일을 갖도록 하는 것임이 발견되었다.
- [0085] 일 실시예에서, 전달 섬유 어셈블리는 융합된 결합기를 포함하며, 여기서 융합된 결합기는 구성요소 섹션에서 전달 섬유에 융합된다. 이롭게, 융합된 결합기는 2×2 결합기이며, 구성요소 섹션에서 전달 섬유에 융합된 결합 섬유를 포함한다. 결합 섬유는 융합된 구성요소 섹션의 어느 하나의 측 상에 제 1 및 제 2 섬유 섹션을 포함하고, 광이 융합된 구성요소 섹션에서 전달 섬유와 결합 섬유 사이에 결합되도록 배열된다. 일 실시예에서, 결합 섬유는 광을 전달 섬유에 결합시키고 동시에 전달 섬유로부터 광 부분을 결합 섬유에 결합시키기 위해 배열된다. 이러한 융합된 결합기는 하기의 예에 도시된 바와 같이 OCT에 이용하기에 유리하다.
- [0086] 일 실시예에서, 전달 섬유 어셈블리는 융합된 스플리터를 포함하며, 융합된 스플리터는 전달 섬유로부터 광의 일부를 분할하기 위해 구성요소 섹션에서 전달 섬유에 융합된다. 바람직하게, 분리된 광 부분은 광의 파워 만큼 5 내지 95%를 구성하고, 분리된 광 부분은 그것이 분리된 광 부분과 실질적으로 같은 파장 프로파일을 갖는다.
- [0087] 일 실시예에서, 스플리터는 분할된 광이 파워 만큼 약 10% 또는 파워 만큼 약 90%를 구성할 10-90% 비율 스플리터이다. 이 유형의 스플리터는 예로서, OCT 또는 웨이퍼 계측 또는 이와 유사한 장치에 이용하기에 적합하다.

- [0088] 일반적으로, 스플리터는 전달 섬유로부터 광의 원하는 파워 부분을 분할하는데 적용될 수 있으며, 분할된 부분은 기준으로서 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 스플리터를 갖는 전달 섬유는 간섭계 장치에서 이용하도록 구성된다.
- [0089] 일 실시예에서, 분할된 광이 파워 만큼 약 50%를 구성할 50-50% 비율 스플리터이다. 이 실시예는 예로서, 2011년 Matthias Höller, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Chemie und Pharmazie der Ludwig-Maximilians-Universität München 의 펠싱된 인터리빙된 여기를 통한 진보된 형광 변동 분광학 (Fluorescence Fluctuation Spectroscopy)에서 설명된 바와 같이 인터리빙된 펄스를 제공하는데 적용될 수 있다.
- [0090] 일 실시예에서, 융합된 스플리터는 광을 전달하기 위한 한 쌍의 전달 섬유를 포함하고, 한 쌍의 전달 섬유는 한 쌍의 전달 단부 및 구성요소 섹션으로부터 한 쌍의 전달 단부까지 연장되는 길이를 포함하고, 그것의 길이를 따라 코어 영역 및 상기 코어 영역을 둘러싸는 클래딩 영역을 포함하고 클래딩 영역은 굴절률(TN_{bg})을 갖는 클래딩 배경 물질 및 최대 TN_{inc} 의 굴절률을 갖고 한 쌍의 전달 섬유의 길이로 바람직하게, 상기 한 쌍의 전달 섬유를 따라 연장하는 고체 물질의 개재물의 형태의 복수의 미세구조를 포함하고, $TN_{inc} < TN_{bg}$ 이며, 클래딩 영역의 복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 2개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열되고, 바람직하게, 한 쌍의 전달 부재는 한 쌍의 전달 단부를 포함하는 한 쌍의 전달 섬유의 한 쌍의 전달 단부 섹션에서의 한 쌍의 전달 섬유에 장착된다.
- [0091] 이롭게, 전달 섬유는 약 200nm 이상의, 예를 들면 약 300nm 이상의, 예를 들면 약 400nm 이상의, 예를 들면 약 500nm 이상의 투과 대역폭을 갖는다.
- [0092] 일 실시예에서, 전달 섬유 어셈블리는 융합된 결합기 및 융합된 스플리터를 포함하며, 융합된 스플리터는 제 1 구성요소 섹션에서 전달 섬유에 융합되고, 융합된 결합기는 전달 섬유의 전달 단부에 더 가까운 제 2 구성요소 섹션에서 전달 섬유에 융합되고, 융합된 스플리터 및 융합된 결합기는 스플리터를 통해 분할된 광 펄스 부분을 지연시키기 위해 구성되고 분할 및 재조합된 광 펄스 일부가 그것이 분할된 광 펄스 부분에 대해 지연되도록 결합기를 통해 전달 섬유로 재조합된 루프 섬유를 포함한다.
- [0093] 루프 섬유는 이롭게, 예로서 상기 설명된 바와 같이, 개재물을 포함하는 모든 고체 섬유이다. 이롭게, 어셈블리는 입력 단부 연결기 부재를 포함하고, 입력 단부 연결기 부재는 입력 단부를 포함하는 전달 섬유의 입력 단부 섹션에서 전달 섬유에 장착되고, 연결기 부재는 바람직하게, 미세구조화된 광섬유와 같은 광 론칭 유닛과 물리적 접촉하는 입력 단부를 연결하기 위해 구성된다.
- [0094] 일 실시예에서, 어셈블리는 사전 전달 섬유를 포함하고, 사전 전달 섬유는 자유 공간 광학 없이 전달 섬유에 결합된다. 일 실시예에서, 사전 전달 섬유는 선택적으로 스플라이싱(splicing)에 의해 전달 섬유에 스플라이싱된다.
- [0095] 이롭게, 스플라이싱은 모드 필드 지름, 개구 수, 낮은 전파 손실 또는 투과 대역폭으로부터 선택된 하나 이상의 특성을 가이드하는 것은 사전 전달 섬유로부터 전달 섬유로 실질적으로 변경시키지 않도록 제공된다.
- [0096] 일 실시예에서, 전달 섬유 어셈블리는 상이한 파장을 갖는 다수의 다중화된 레이저로부터 단일 모드 품질의 광을 전달하기 위해 구성된다. 이러한 다중화된 레이저 광은 때때로 스펙트럼 엔진(spectral engine)으로 지칭된다. 다중화된 레이저 광은 예로서, 청색, 녹색 및 적색 레이저로부터 다중화될 수 있으며, 이들은 예로서, 키옵틱스 키네프렉스(Keyoptics KineFLEX) 모듈을 통해 단일 빔 경로와 결합된다. 종래 기술은 3개의 상이한 전달 섬유를 이용하거나 큰 파장에서 단일 모드이고 낮은 파장에서 다중 모드인 단일 전달 섬유를 가질 수 있다. 지금까지는 하나의 단일 전달 섬유에 의해 상이한 파장 예를 들면, 약 25nm 이상, 예를 들면 약 100nm 이상, 예를 들면 200nm 이상, 예를 들면 300nm와 상이한 파장을 포함하는 단일 모드의 다중화 광을 전달하는 것을 가능하게 하는 임의의 해결책이 없었다.
- [0097] 본 발명은 또한 광을 장치에 공급하기 위한 광대역 소스에 관한 것이다. 광대역 소스는,
- [0098] • 펌프 펄스를 생성하도록 동작가능한 광학 펌프 소스,
- [0099] • 펌프 광 공급시 광대역 광 펄스를 생성시키는 미세구조화된 광섬유; 및

- [0100] • 광대역 광 펄스의 적어도 일부의 적어도 일부를 수신하고 광대역 광 펄스의 수신된 부분의 적어도 일부를 장
치로 전달하기 위해 배열된 전달 섬유를 포함하고,
- [0101] 광 펌프 소스는 펌프 펄스를 미세구조화된 광섬유에 론칭시키도록 배열되고, 전달 섬유는 길이, 광을 론칭시키
기 위한 입력 단부 및 광을 전달하기 위한 전달 단부를 갖고, 전달 섬유는 그 길이를 따라 코어 영역 및 코어
영역을 둘러싸는 클래딩 영역을 포함하고 코어 영역은 최대 약 15 μ m의 지름을 갖고, 클래딩 영역은 굴절률(N_{bg})
을 갖는 클래딩 배경 물질 및 적어도 N_{inc} 의 굴절률을 갖고 전달 섬유의 길이로 바람직하게, 상기 전달 섬유의
세로축을 따라 연장하는 고체 물질의 개재물의 형태의 복수의 미세구조를 포함하고, $N_{inc} < N_{bg}$ 이며, 클래딩 영역의
복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 2개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열된다. 광대역 소
스의 전달 섬유는 이롭게, 상기 설명된 전달 섬유와 같을 수 있다.
- [0102] 일 실시예에서, 전달 섬유는 약 200nm 이상, 예를 들면 약 300nm 이상, 예를 들면 약 400nm 이상, 예를 들면 약
500nm 이상의 투과 대역폭을 갖는다.
- [0103] 이롭게, 전달 섬유는 적어도 전달 단부 섹션을 따라 투과 대역폭 내의 적어도 하나의 파장에 대해 일정한 모드
필드 지름을 가지며, 바람직하게, 전달 섬유는 적어도 전달 단부 섹션을 따라 투과 대역폭 내에서 일정한 모드
필드 지름 대 파장 프로파일을 갖는다. 일 실시예에서, 전달 섬유는 연결기와 함께 전달 단부 섹션을 포함하여
그것의 전체 길이를 따라 실질적으로 일정한 모드 필드 지름을 갖는다.
- [0104] 이롭게, 전달 섬유는 바람직하게, 상기 설명된 바와 같이, 예로서 전달 단부로부터 1cm를 포함하는 단부 섹션을
적어도 포함하는 그것의 길이의 주요 부분을 따르는 실질적으로 일정한 모드 필드 지름 대 파장 프로파일을 갖
는다.
- [0105] 전달 섬유는 바람직하게, 투과 대역폭 내의 적어도 하나의 파장에 대해 단일 모드이다. 바람직하게, 전달 섬유
는 투과 대역폭의 적어도 약 50%, 예를 들면 적어도 약 80%에 대해 예를 들면, 전달의 전체 투과 대역폭에 대해
단일 모드이다. 전달 섬유는 바람직하게, 약 200nm 이상, 예를 들면 약 300nm 이상, 예를 들면 약 400nm 이상,
예를 들면 약 500nm 이상의 투과 대역폭을 갖는다.
- [0106] 이롭게, 전달은 상기 설명된 바와 같이 편광 유지 광섬유(PM 섬유)이다.
- [0107] 일 실시예에서, 클래딩 영역의 복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 4개의 개재물 링 예를 들면, 코어
영역을 둘러싸는 적어도 5개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열된다. 개재물 링은 예로서, 상기 설명
된 바와 같이 피치 패턴, 이중 피치 패턴, 삼중 피치 패턴, 반 피치 패턴 또는 이들의 조합으로 배열된다.
- [0108] 일 실시예에서, 섬유는 소위 단일 셀 코어를 가지며, 이는 기본적으로 단일 누락 개재물에 대응한다. 이 실시예
에서, 코어 크기는 피치(Λ) 마이너스 개재물의 지름(d)의 2배로 주어진다.
- [0109] 코어 영역은 굴절률(N_{core})을 갖고, 클래딩 영역은 유효 굴절률(N_{clad})을 갖고, 클래딩 배경 물질의 굴절률(N_{bg})은
코어 영역의 굴절률(N_{core})과 실질적으로 같다.
- [0110] 전달 섬유는 이롭게, 실리카 섬유이고 고체 개재물은 다운 도핑된 실리카이고, 바람직하게, 서로 독립적으로 불
소 및/또는 붕소 및/또는 F 및/또는 B 원자를 포함하는 구성요소로 도핑된 실리카이다.
- [0111] 일 실시예에서, 전달 섬유는 내측 클래딩 영역과 외측 클래딩 영역을 포함하는 이중 클래드 섬유이고, 외측 클
래딩 영역의 개재물은 내측 클래딩 영역의 개재물보다 높은 인덱스를 가지며, 바람직하게, 내측 클래딩 영역은
적어도 N_{inc} 의 굴절률을 갖는 고체 물질의 적어도 2개의 개재물 링을 포함하고 외측 클래딩 영역은 내측 클래딩
영역보다 높은 유효 굴절률을 갖는다.
- [0112] 외부 클래딩 영역의 개재물은 바람직하게, N_{inc} 보다 높은 굴절률을 갖는 고체 물질이며, 바람직하게, 외부 클래
딩 영역의 개재물은 외부 클래딩 영역의 배경 물질보다 높은 굴절률을 갖는 고체 물질이다. 그에 의해, 외부 클
래딩의 개재물은 고차 모드를 결합하도록 작용할 수 있다.
- [0113] 일 실시예에서, 외부 클래딩은 조명된 타겟으로부터 신호를 수신하고 송신하도록 배열된다. 타겟으로부터 산란
된 광은 광 소자에 의해 외부 클래딩을 통해 예로서, 분광계로 투과되도록 시준될 수 있다.
- [0114] 전달 섬유는 이롭게, 상기 설명된 바와 같은 전달 섬유 어셈블리의 형태이다.

- [0115] 광 펄프 소스는 예로서, WO 2011/023201에 설명된 광 펄프 소스와 같은, 원칙적으로 임의의 종류의 광 펄프 소스일 수 있다. 이롭게, 광 펄프 소스는 모드 고정된 섬유 발진기 및 바람직하게, 적어도 하나의 증폭기를 포함한다. 일 실시예에서, 광 펄프 소스는 주 발진기 전력 증폭기(MOPA)를 포함한다. MOPA 구성은 본 분야에 잘 공지된다.
- [0116] 미세구조화된 광섬유는 예로서, 상기 인용된 종래 기술 문서에 설명된 바와 같이, 초연속체 생성에 적합한 임의의 미세구조화된 광섬유일 수 있다.
- [0117] 이롭게, 광대역 소스의 광 펄프 소스 및 미세구조화된 광섬유는 한 옥타브와 같은, 적어도 약 200nm, 바람직하게, 적어도 약 500nm에 걸쳐있는 광대역 광 펄스를 생성하기 위해 구성된다.
- [0118] 이롭게, 미세구조화된 광섬유는 바람직하게, 자유 공간 광학을 이용하지 않고 전달 섬유에 연결된 연결기 부재에 연결된 구멍을 포함한다.
- [0119] 일 실시예에서, 예로서, US2012195554에 설명된 바와 같이 구멍을 포함하는 미세구조화된 광섬유는 전달 섬유에 스플라이싱된다.
- [0120] 일 실시예에서, 미세구조화된 광섬유는 버트 연결에 의해, 선택적으로 콜드 스플라이스와 같거나 구멍이 미세구조화된 광섬유의 단부에서 찌그러진(collapsed) 연결기 부재에 의해 또는 스플라이싱에 의해 전달 섬유에 연결된다.
- [0121] 일 실시예에서, 미세구조화된 광섬유는 A. D. Yablon과 R. Bise에 의한, 2004 미국 광학 협회, OCIS 코드: (060.2310) 섬유 광학의 "그래디언트 인덱스 섬유 배열(GRIN) 섬유 렌즈를 이용한 저 손실 고 강도 미세구조화된 섬유 퓨전 스플라이스(Low-Loss High-Strength Microstructured Fiber Fusion Splices Using GRIN Fiber Lenses)"에 설명된 바와 같이 GRIN을 이용함으로써 전달 섬유에 연결된다.
- [0122] 일 실시예에서, 광대역 소스는 광대역 광 펄스를 필터링하기 위한 대역 통과 필터를 포함하고, 대역 통과 필터는 바람직하게, 격자 기반 필터, 프리즘, 또는 음향 광학 조정가능한 필터(AOTF)로부터 선택된 조정가능한 대역 통과 필터이다. 이러한 대역 통과 필터는 숙련자에게 잘 공지된다.
- [0123] 이롭게, 대역 통과 필터는 미세구조화된 광섬유와 전달 광섬유 사이에 배치된다.
- [0124] 일 실시예에서, 전달 섬유는 광대역 광 펄스의 대역 통과 필터링된 부분을 수신하고 광대역 광 펄스의 수신된 부분의 적어도 일부를 자유 공간 광학 없이 장치로 전달하도록 배열된다.
- [0125] 일 실시예에서, 필터는 복수의 파장 또는 파장 범위를 선택적으로 선택하고 선택된 파장을 전달 섬유로 투과시키도록 구성된 조정가능한 광대역 통과 필터이다.
- [0126] 펄프 소스가 펄프 펄스 반복 속도로 펄프 펄스를 생성하기 위해 동작가능한 일 실시예에서, 광대역 소스는 펄프 소스와 미세구조화된 광섬유 사이에 배열된 펄스 피커(pulse picker)를 포함하며, 펄스 피커는 펄프 소스에 의해 생성된 펄프 펄스 반복률을 감소시키기 위해 펄스를 선택하여, 감소된 펄프 펄스 반복률이 미세구조화된 광섬유로 론칭되도록 한다.
- [0127] 본 발명은 또한, 상기 설명된 바와 같은 광대역 소스를 포함하는 광대역 소스 시스템을 포함하고, 광대역 소스 시스템은 상이한 투과 속성을 갖는 복수의 전달 섬유 어셈블리를 포함하며, 각각의 전달 섬유 어셈블리는 입력 단부 연결기 부재 및 전달 단부 연결기 부재를 포함한다. 그에 의해, 이용자는 특정 용도를 위한 전달 섬유 어셈블리를 선택하고 또 다른 용도를 위해 또 다른 전달 섬유 어셈블리로 전환할 수 있다. 각각의 전달 섬유 어셈블리는 이롭게, 상이한 절차의 수행을 위해 설계되고, 이용자는 비교적 간단하게 전달 섬유 어셈블리를 전환할 수 있다.
- [0128] 본 발명은 또한, 광을 장치에 공급하기 위한 스펙트럼 엔진 소스에 관한 것이고, 스펙트럼 엔진 소스는,
- [0129] • 적어도 하나의 파장과 다른 파장(들)을 가진 레이저 빔을 방출하는 2개 이상의 레이저,
- [0130] • 다중화기, 및
- [0131] • 전달 섬유를 포함한다.
- [0132] 따라서, 스펙트럼 엔진은 별개의 파장 또는 파장의 대역을 갖는 레이저 빔을 방출하는 다수의 레이저를 포함할

수 있다.

- [0133] 다중화기는 각각의 레이저의 레이저 빔의 적어도 일부를 수신하고 수신된 광을 다중화된 빔으로 시준화하도록 구성된다. 전달 섬유는 다중화된 빔을 수신하고 수신된 다중화된 빔의 적어도 일부를 장치로 전달하도록 배열되며, 전달 섬유는 길이, 광을 론칭하기 위한 입력 단부 및 광을 전달하기 위한 전달 단부를 갖는다. 전달 섬유는 그 길이를 따라 코어 영역 및 코어 영역을 둘러싸는 클래딩 영역을 포함하며, 코어 영역은 최대 약 15 μ m 이하의 지름을 가지며, 클래딩 영역은 굴절률(N_{bg})을 갖는 클래딩 배경 물질 및 최대 N_{inc} 의 굴절률을 갖고 전달 섬유의 세로축의 길이로 연장하는 고체 물질의 개재물의 형태의 복수의 미세구조를 포함하고, $N_{inc} < N_{bg}$ 이며, 클래딩 영역의 복수의 개재물은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 2개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열되고, 바람직하게, 전달 섬유는 2개 이상의 레이저의 각각의 파장의 적어도 일부를 포함하는 파장을 포함하는 투과 대역폭을 갖는다.
- [0134] 전달 섬유는 상기 설명된 바와 같은 것일 수 있다.
- [0135] 레이저는 섬유 레이저 또는 반도체 다이오드 레이저와 같은 모든 종류의 레이저일 수 있다.
- [0136] 일 실시예에서, 2개 이상의 레이저로부터 방출된 레이저 빔 중 적어도 하나는 약 50nm 이하, 예를 들면 약 25nm 이하, 예를 들면 약 5nm 이하의 대역폭을 갖는다.
- [0137] 일 실시예에서, 2개 이상의 레이저로부터 방출된 레이저 빔 중 하나는 500nm 미만의 적어도 하나의 파장을 포함하고, 2개 이상의 레이저로부터 방출된 레이저 빔 중 하나는 800nm 보다 큰 하나 이상의 파장을 포함한다.
- [0138] 일 실시예에서, 스펙트럼 엔진은 3개 이상의 레이저를 포함하며, 레이저 중 제 1 레이저는 450nm 미만의 적어도 하나의 파장을 포함하는 레이저 빔을 방출하도록 적응되고, 레이저 중 제 2 레이저는 500nm 내지 700nm 범위의 적어도 하나의 파장을 포함하는 레이저 빔을 방출하도록 적응되며, 상기 레이저 중 제 3 레이저는 800nm 보다 큰 적어도 하나의 파장을 포함하는 레이저 빔을 방출하도록 적응된다.
- [0139] 본 발명은 또한 상기 설명된 바와 같이 구성된 광대역 소스 또는 스펙트럼 엔진 소스를 포함하는 장치에 관한 것이다. 장치는 전달 섬유로부터 광을 수신하도록 배열된 광 도파관을 포함하며, 광 도파관은 전달 섬유의 전달 단부 연결기 부재와 결합되도록 구성된 연결기 부재를 포함하며, 광 도파관은 바람직하게 광섬유이다.
- [0140] 장치는, 예를 들면 타겟을 조명하도록 구성된 조명 장치이고, 조명 장치는 바람직하게, 현미경, 분광기 또는 내시경으로부터 선택된다.
- [0141] 이롭게, 조명 소스는 형광 이미징; 형광 수명 이미징(FSIM); 총 내부 반사 형광(TIRF) 현미경; 형광 공명 에너지 전달(FRET); 펄스 인터리브 여기 포스터 공진 에너지 전달(pulse interleave excitation foster resonance energy transfer; PIE-FRET); 광대역 분광법; 나노포토닉스; 유세포분석기; 계측과 같은 산업 검사; 가스 감지와 같은 링다운 분광법; 하이퍼스펙트럼 분광법, 예로서 과실의 작물 분석 및 비행 시간 분광기(TCSPC)와 같은 분석 분광법; 단일 분자 이미징 및/또는 이들의 조합을 위해 적응된다. 일 실시예에서, 전달 섬유는 현미경에서 소위 광 가이드의 역할을 한다.
- [0142] 일 실시예에서, 장치는 계측 장치이고, 장치는 바람직하게, 조명된 타겟으로부터 신호를 수집하도록 구성된 이중 클래드 전달 섬유를 포함한다.
- [0143] 일 실시예에서, 장치는 융합된 결합기를 포함하는 적어도 하나의 전달 섬유 어셈블리 및/또는 융합된 스플리터를 포함하는 적어도 하나의 전달 섬유 어셈블리를 포함한다.
- [0144] 일 실시예에서, 조명 소스는 융합된 결합기 및/또는 융합된 스플리터를 포함하는 적어도 하나의 전달 섬유 어셈블리를 포함하는 적어도 하나의 전달 섬유 어셈블리를 포함하고, 전달 섬유는 적어도 약 200nm, 바람직하게, 옥타브와 같은 적어도 약 500nm의 투과 대역폭을 갖는다.
- [0145] 범위 및 바람직한 범위를 포함하는 본 발명의 모든 특징 및 실시예는 이러한 특징을 결합하지 않는 특별한 이유가 없는 한, 본 발명의 범위 내에서 다양한 방식으로 조합될 수 있다.
- [0146] 본 발명의 상기 및/또는 부가적인 목적, 특징 및 이점은 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대한 다음의 예시적이고 비 제한적인 상세한 설명에 의해 더 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0147] 도 1a는 본 발명의 전달 섬유 어셈블리의 일 실시예의 전달 섬유의 단면을 도시한 도면.
- 도 1b는 도 1a에 도시된 전달 섬유에 대한 투과 손실 스펙트럼 형태의 파장 프로파일을 도시한 도면.
- 도 1c는 어두운 영역이 붕소와 같은, 또 다른 물질로 도핑된 개재물인 PM 섬유의 일례를 도시한 도면.
- 도 1d는 본 발명에 따른 섬유에 대한 장 파장 투과 예지 및 단 파장 투과 예지 대 피치의 일례를 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 전달 섬유 어셈블리의 실시예의 일부의 사시도.
- 도 3은 본 발명의 광대역 소스의 일 실시예의 개략도.
- 도 4는 본 발명의 광대역 소스의 또 다른 실시예의 개략도.
- 도 5는 본 발명의 광대역 소스의 여전히 또 다른 실시예의 개략도.
- 도 6은 간섭계 형태의 본 발명의 장치의 일 실시예의 개략도.
- 도 7은 또 다른 유형의 간섭계 형태의 본 발명의 장치의 일 실시예의 개략도.
- 도 8은 본 발명의 스펙트럼 엔진 소스의 일 실시예의 개략도.
- 도 9는 본 발명의 스펙트럼 엔진 소스의 또 다른 실시예의 개략도.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예의 장치의 예시를 도시한 도면.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예의 또 다른 장치의 예시를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0148] 도면은 개략적이며 명료함을 위해 간략화될 수 있다. 전체적으로, 동일한 또는 대응하는 부분에는 동일한 참조 번호가 이용된다.
- [0149] 도 1a는 전달 섬유 어셈블리의 전달 섬유(5)의 단면을 도시한다. 전달 섬유(5)는 굴절률(n_{core})을 갖는 코어 영역을 포함한다. 코어는 굴절률(N_{bg})을 갖는 배경 물질 및 최대 N_{inc} 의 굴절률을 갖고 전달 섬유의 세로축의 길이로 연장하는 고체 물질의 개재물(2a, 2b)의 형태의 복수의 미세구조를 포함하는 클래딩 영역에 의해 둘러싸이고, $N_{inc} < N_{bg}$ 이다. 클래딩 영역의 복수의 개재물(2a, 2b)은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 6개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열된다. 도시된 실시예에서, 개재물(2a)의 방사 방향 최내측 링 내의 3개는 개재물(2b)의 방사 방향 최외측 링 내의 3개보다 낮은 굴절률을 갖는다. 도시된 실시예에서, 개재물은 실질적으로 같은 지름을 갖는다. 상기 설명된 바와 같이, 일부 적용 예에서는 또 다른 개재물 링에 비해 하나의 개재물 링에 대해 다른 지름을 갖는 것이 이로우 수 있다.
- [0150] 도 1b는 6개의 개재물 링을 갖지만 모든 개재물이 동일한 굴절률을 갖는 도 1에 도시된 전달 섬유에 대응하는 섬유의 투과 손실 스펙트럼을 도시한다. 이 예에서 코어는 $10\mu m$ 의 지름을 가지며, 개재물은 $635nm$ 에서 코어 및 클래딩 배경 실리카 물질의 굴절률보다 1.2% 낮은 굴절률을 갖는다. 클래딩(또한 피치로서 공지됨)의 개재물 사이의 중심 간 간격은 $6\mu m$ 이며 개재물의 지름은 $3\mu m$ 이다.
- [0151] 스펙트럼은 광대역 스펙트럼 광원으로부터 섬유를 통해 광을 보내고 결합기 손실을 분리하기 위해 컷 백(cut-back)을 수행함으로써 얻어진다. 약 $1400nm$ 의 피크는 수분 흡수 때문이다. 전달 섬유는 전달 섬유의 전체 투과 대역폭에서 단일 모드이다. 전달 섬유가 약 $425nm$ 에서 약 $1500nm$ 까지 확장되는 매우 넓은 투과 대역폭을 갖는다는 것을 알 수 있다.
- [0152] 도 1c에 도시된 전달 섬유는 굴절률(n_{core})을 갖는 코어 영역을 포함하는 PM 섬유의 일례이다. 코어는 굴절률(N_{bg})을 갖는 배경 물질 및 최대 N_{inc} 의 굴절률을 갖고 전달 섬유의 세로축의 길이로 연장하는 고체 물질의 개재물(7a, 8b)의 형태의 복수의 미세구조를 포함하는 클래딩 영역에 의해 둘러싸이고, $N_{inc} < N_{bg}$ 이다. 클래딩 영역의 복수의 개재물(7a, 7b)은 코어 영역을 둘러싸는 적어도 6개의 개재물 링을 포함하는 단면 패턴으로 배열된다. 도시된 실시예에서, 다른 개재물(7a)보다 높은 굴절률을 갖는 다수의 개재물(b)은 응력 요소를 형성하기 위해 2개의 대향 클러스터에 배열된다. 더 높은 굴절률을 갖는 개재물(7b)은 예로서, 붕소로 도핑된다.
- [0153] 전달 섬유의 일 실시예에서, 피치(Λ)에 대한 클래딩의 개재물의 지름(d)이 전달 섬유의 가이드 속성에 큰 영향

을 줄 수 있음이 발견되었다. 일 실시예에서, d/λ 가 약 0.4 미만이면 투과 손실이 크다. 일 실시예에서, 섬유는 d/λ 가 약 0.6을 초과하면 다중 모드이다.

- [0154] 본 발명의 일 실시예에서, 전달 섬유의 피치(Λ)가 전달 섬유의 스펙트럼 투과 대역폭에 큰 영향을 줄 수 있음이 발견되었다.
- [0155] 특히, 단파장 투과 에지가 피치의 상한을 설정하고, 이 한계는 요구되는 단파장 에지에 따라 증가하여, 예로서, 300nm의 단파장 에지가 $6\mu\text{m}$ 미만의 피치를 요구하는 반면, 600nm의 단파장 에지가 $9\mu\text{m}$ 미만의 피치를 요구하게 함이 발견되었다.
- [0156] 또한, 장파장 투과 에지가 피치에 대한 하한을 설정하고, 이 제한은 요구되는 장파장 에지에 따라 증가하여, 예로서, 800nm의 장파장 에지가 적어도 $3.2\mu\text{m}$ 의 피치를 요구하는 반면, 1500nm의 장파장 에지가 적어도 $6\mu\text{m}$ 의 피치를 요구하게 함이 발견되었다.
- [0157] 도 1d는 약 0.5의 d/Λ 를 갖는 본 발명에 따른 섬유에 대한 장파장 투과 에지(201) 및 단파장 투과 에지(202) 대 피치의 일례를 도시한 피치를 도시한다.
- [0158] 일례에서, 전달 섬유의 모드 필드 지름은 500nm에서 약 $8.0\mu\text{m}$ 로부터 900nm에서 약 $9.0\mu\text{m}$ 까지 다양하다. 일 실시예에서, 섬유의 모드 필드 지름은 500nm에서 900nm까지 약 20% 미만으로 변한다.
- [0159] 도 2는 전달 섬유(5) 및 전달 단부(5a)를 포함하는 전달 섬유의 전달 단부 섹션에서 전달 섬유에 장착된 연결기 부재(6)를 포함하는 전달 섬유 어셈블리의 일부를 도시한다. 보여지는 바와 같이, 전달 섬유는 폴리머 보호 코팅과 같은 보호 코팅을 포함한다.
- [0160] 연결기 부재는 이롭게, 종래 기술에서 광학 표준 섬유의 단부를 종료시키기 위해 공통적으로 이용되어 2개의 표준 광섬유를 저손실로 용이하게 연결 및 분리할 수 있게 하는 유형의 광섬유 연결기이다.
- [0161] 장착 중에, 광섬유는 전형적으로 광 연결기 부재 내부에 정렬되어, 광 전달 섬유의 코어 영역이 연결기 부재의 연결기 평면 내부의 중심에 위치되게 한다. 편광 또는 편광 유지 섬유의 경우, 편광 축이 미리 결정된 평면에 있도록 섬유를 회전시키는 것이 가능하다. 또한, 섬유의 단부 패킷이 연결기 부재의 출력면에 있도록 보장된다. 이는 예로서, 연결기와 섬유 단부 패킷을 연마하여 얻을 수 있다.
- [0162] 광이 출력 단부 상의 연결기 부재와 함께 전달 섬유 어셈블리를 통해 보내지는 경우, 연결기 부재의 출력부로부터 방출되는 광의 위치가 잘 알려져 있다. 표준 전고체 단일 모드 섬유에 대해, 광은 그것의 초점 평면을 가질 것이고 그에 의해, 연결기의 출력 평면에서 웨이스팅(waisting)한다.
- [0163] 예로서, FC, E-2000, SMA 연결기 뿐만 아니라, 빔 확장이 내장된 연결기와 같은, 많은 다른 유형의 연결기가 표시된 것과 같이 도입되었다.
- [0164] 섬유 연결기 부재가 이롭게, 최대 100 mW 또는 심지어 최대 수 와트와 같은 평균 전력을 처리할 수 있어야 하므로 저손실 및 고 전력 처리를 갖는 그들을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0165] 도 3에 도시된 광대역 소스(10)는 펌프 펄스를 생성하도록 동작가능한 도시되지 않은 광 펌프 소스 및 펌프 광의 공급시 광대역 광 펄스를 생성하기 위한 미세구조화된 도시되지 않은 광섬유를 포함하는 광대역 레이저 펄스 생성기(1)를 포함하고, 광학 펌프 소스는 펌프 펄스를 미세구조화된 광섬유로 론칭하도록 배열된다. 도시된 실시예에서, 광대역 레이저 펄스 생성기(1)는 덴마크 소재의 엔케이티 포토닉스가 시판하는 SuperK™ 시스템의 형태이다. 광대역 소스는 상기 설명된 바와 같이 고체 개재물을 포함하는 전달 섬유(5)를 더 포함한다. 전달 섬유(5)는 상기 광대역 광 펄스 중 적어도 일부의 적어도 일부분을 수신하도록 배열된다. 도시된 실시예에서, 광대역 소스(10)는 광학 구성요소(3), 바람직하게, 광대역 레이저 펄스 생성기(1)와 전달 섬유(5) 사이에 배열된 필터(3)를 더 포함한다. 광학 구성요소(3)는 예를 들면 편광기, 스펙트럼 필터(바람직하게, 조정가능한) 및/또는 빔 스플리터이다.
- [0166] 전달 섬유(5)의 출력 단부 섹션에서, 전달 섬유는 예로서, 상기 설명된 바와 같이, 연결기 부재(6)를 포함한다. 연결기 부재(6)는 상기 광대역 광 펄스의 상기 수신된 부분의 적어도 일부를 상기 설명된 바와 같은 장치로 전달하도록 이롭게 구성된다.
- [0167] 도 4에 도시된 실시예에서, 광대역 소스(10)는 여기에서 제 1 전달 섬유 라 불리는 전달 섬유로부터 광을 수신하도록 배열된 광 도파관에 결합된다. 이 실시예에서, 제 1 전달 섬유로부터 광을 수신하도록 배열된 광 도파관은 제 2 전달 광섬유(22) 및 제 2 전달 광섬유 유입구 단부 연결기 부재(21) 및 제 2 전달 광섬유 출력 단부 중

단 유닛(23)을 포함하는 추가 전달 어셈블리의 형태이다. 제 1 전달 섬유 어셈블리(5, 6)로 다음에, 지칭되는 전달 섬유 어셈블리(5, 6)의 연결기 부재(6)는 결합 슬리브(mating sleeve)(20)를 이용하여 제 2 전달 섬유 유입구 단부 연결기 부재(21)에 연결된다.

- [0168] 결합 슬리브를 이용함으로써, 연결기는 제 1 및 제 2 전달 섬유(5, 22)의 코어 영역을 기계적으로 연결하여, 광이 제 1 전달 섬유(5)로부터 제 2 전달 섬유(22)로 저손실로 통과할 수 있게 한다. 바람직하게, 연결기 부재는 스프링 로딩되어, 연결기 부재(6, 21)가 결합될 때 섬유면이 함께 가압되게 한다. 결과로 발생하는 유리 대 유리 또는 플라스틱 대 플라스틱 접촉은 결합된 섬유 사이의 공기 갭에 의해 야기될 신호 손실을 제거한다.
- [0169] 섬유 중단 유닛(23)은 이롭게 연결기 부재, 시준기, 볼 렌즈, 그린 렌즈(grin lens) 또는 임의의 다른 적합한 중단 유닛이다.
- [0170] 제 2 광 전달 섬유(22)는 원칙적으로 바람직하게, 상대적으로 넓은 예로서, 적어도 약 200nm 이상의 투과 대역폭을 갖는 임의의 종류의 광섬유일 수 있다. 바람직하게, 제 2 광 전달 섬유(22)의 투과 대역폭은 제 1 전달 섬유(5)의 투과 대역폭과 적어도 부분적으로 중첩된다.
- [0171] 일 실시예에서, 제 2 광 전달 섬유(22)는 제 1 전달 섬유(5)와 실질적으로 같다.
- [0172] 일 실시예에서, 광대역 레이저 펄스 생성기(1) 및 제 1 섬유 전달 어셈블리(5, 6)를 포함하는 광대역 소스(10)는 제 2 섬유 전달 어셈블리(21, 22, 23)를 대체하지 않고 대체될 수 있거나 그 반대도 마찬가지이다.
- [0173] 일 실시예에서, 광대역 소스(10) 및 상기 제 2 섬유 전달 어셈블리(21, 22, 23)는 장치 내에 내장되거나, 또는 대안적으로, 제 2 섬유 전달 어셈블리(21, 22, 23)는 광대역 소스(10)가 연결기 부재(6, 21) 사이의 연결부를 통해 광을 장치에 공급하도록 배열되는 동안 장치에 구축된다. 이러한 장치의 예는 현미경, (OCT, SLO, STED, CARS 및 광 음향 시스템과 같은) 바이오 이미징 시스템, 정렬 또는 오버레이 시스템 및 제조 장비(예로서, 반도체 제조 장비와 같은)이다. 본 발명의 이러한 실시예는 광대역 소스(10)가 서비스를 위해 쉽게 분리될 수 있고/있거나 상기 제 2 섬유 어셈블리(21, 22, 23)와 관계 없이 대체될 수 있게 하며, 이는 예로서, 장치의 나머지에서부터 분리하는 것이 더 어려울 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 실시예의 광대역 소스를 구성하는 초연속체 소스 및 제 1 섬유 전달 어셈블리는 제 1 모듈에 포함될 수 있는 반면, 제 2 섬유 어셈블리(21, 22, 23)는 예로서, 반도체 웨이퍼 스크라이빙 시스템의 정렬 센서와 같은 제 2 모듈의 일부이다. 이 예에서, 본 발명은 반도체 웨이퍼 스크라이빙 시스템의 모듈러 빌드업을 가능하게 한다. 반도체 웨이퍼 스크라이빙 시스템이 고장 나면 오류가 고장난 특정 모듈에 위치될 수 있으며, 그리고 이것은 다른 모듈에 관계 없이 대체할 수 있다. 이는 양 모듈을 동시에 대체해야 하는 것과 비교하여 반도체 웨이퍼 스크라이빙 시스템에 대한 위험 관리를 향상시킨다.
- [0174] 일 실시예에서, 제 2 섬유 전달 어셈블리(21, 22, 23)는 생체 의학 이미징 또는 수술 신청에 이용된다. 이러한 실시예의 예는 내시경 검사, 대장 내시경 검사, 비경 검사 및 기관지 검사 뿐만 아니라, 제 2 광섬유의 일부가 사람 또는 동물의 몸 내부로 들어가는 다른 적용을 포함한다. 이러한 실시예에서, 도 3에 도시된 광대역 소스(10)는 상기 설명된 바와 같이 연결 부재(21)에 쉽게 연결될 수 있다.
- [0175] 일 실시예에서, 제 2 섬유 전달 어셈블리는 이용 전에 멸균된다.
- [0176] 일 실시예에서, 제 2 섬유 전달 어셈블리는 일회용이다.
- [0177] 도 5는 본 발명의 광대역 소스의 또 다른 실시예의 개략도이다. 광대역 시스템(10)은 상기 설명된 바와 같을 수 있고, 제 2 광 전달 섬유 어셈블리(21, 22, 23)는 도 4에 설명된 것과 같을 수 있다.
- [0178] 섬유 중단 유닛(23)은 이롭게, 광을 샘플(30)을 향하여 포커싱하기 위한 시준기이거나 또는 이를 포함한다.
- [0179] 이롭게, 제 2 섬유 전달 어셈블리(21, 22, 23)는 장치에 내장되고, 광대역 대역 소스(10)는 선택적으로 장치 내에 내장된 모듈로서 배열되고, 연결기 부재(6, 21) 사이의 연결부를 통해 광을 장치에 공급하도록 배열된다. 소스(10)는 광 검출기(34)를 포함하거나 광학적으로 연결되고, 광 구성요소(3)는 샘플에 의해 반사되고 섬유(5 및 22)에 의해 가이드되는 광(33)의 일부를 지향시키도록 배열된 부가적인 필터(32)를 포함한다. 부가적인 필터는 이롭게 스플리터이다.
- [0180] 일 실시예에서, 전달 섬유(5) 및 제 2 광섬유(22)는 이중 클래드 섬유이다. 그에 의해, 샘플에 의해 반사된 광(31)의 일부는 제 2 광 전달 섬유 어셈블리(21, 22, 23) 및 제 1 전달 섬유 어셈블리(5, 6)를 통해 광 검출기로 가이드될 수 있다. 일 실시예에서, 전달 섬유(5) 및 제 2 광섬유(22)는 적어도 0.1 예를 들면, 적어도 0.15 예를 들면, 적어도 0.22의 NA를 갖는 클래딩을 포함한다. 또한 이 실시예에서, 섬유(5, 22)는 테스트 하의 샘플로

부터 반사되는 광(31)의 일부를 가이드할 것이다.

- [0181] 일 실시예에서, 광 구성요소(3)는 샘플로부터 반사되고 광대역 소스로부터의 광의 적어도 일부로부터 광섬유(33)에 의해 가이드되는 광을 분리하는 수단을 포함한다. 이러한 수단은 예를 들면 빔 스플리터(32)이다.
- [0182] 일 대안적인 실시예에서, 예를 들면 제 1 전달 섬유(1)의 입력 단부에 이중 클래드 섬유 결합기를 제공함으로써, 이중 클래드 섬유 결합기가 스플리터 대신에 적용된다. 예로서, 토르랩(Thorlabs)이 제공하는 DC1300 LEB와 같은 이중 클래드 섬유 결합기는 이롭게, 예로서 결합기의 2개의 포트 상에 다중 모드 이중 클래드 섬유를 포함하는 2×2 포트 구조 및 다른 2개의 포트 상에 단일 모드 이중 클래드 섬유를 가짐으로써 코어 및 클래딩 광을 분리하기 위해 구성된다. 원칙적으로, 반사광의 일부 또는 전부는 광대역 소스로부터의 광의 주요 부분으로부터 분리될 수 있지만, 숙련자에게 공지된 임의의 다른 수단일 수 있다.
- [0183] 이롭게, 반사되고 분리된 광은 예로서, 광 다이오드 또는 분광기와 같은 광 검출기(34)로 투과된다.
- [0184] 도 6은 광 간섭성 단층촬영기술(optical coherence tomography; OCT)에서 이용하기 위한 예로서, 내부 조직의 시각화를 위한 간섭계의 형태인 본 발명의 장치의 일 실시예의 개략도이다. 간섭계는 융합된 결합기 전달 섬유 어셈블리(105b, 106b)를 포함하는 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a)를 포함하고 여기서 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a) 및 융합된 결합기 전달 섬유 어셈블리(106b)는 구성요소 섹션(100)에 융합된다. 간섭계는 펌프 펄스를 생성하도록 동작가능한 광 펌프 소스(101a)를 포함하는 광대역 소스, 상기 광 펌프 소스(101a)로부터의 펌프 펄스의 공급시 광대역 광 펄스를 생성하기 위한 공기 구멍 미세구조화된 광섬유(101b) 및 상기 설명된 바와 같은 고체 개재물을 포함하는 전달 섬유(105a) 그리고 또한 상기 설명된 바와 같은 연결기 부재(106a)를 포함하는 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a)를 포함한다. 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a)는 이롭게, 상기 설명된 바와 같은 연결기 부재와 같은 전달 섬유 연결기 부재(106c) 및 단부 캡 연결 부재(101c)를 통해 미세구조화된 광섬유에 연결된다. 단부 캡 연결 부재(101c)에서, 공기 구멍 미세구조화된 광섬유(101b)의 수 mm 미만을 따르는 공기 구멍은 찌그러지고, 광 빔은 도시되지 않은 렌즈에 의해 시준된다. 전달 섬유 연결 부재(106c)와 단부 캡 연결 부재(101c)는 결합 슬리브(20c)에 의해 서로 결합되어 유지된다. 일 대안적인 실시예에서, 공기 구멍 미세구조화된 광섬유(101b)는 스플라이싱 및/또는 상기 설명된 바와 같이 GRIN 렌즈를 이용함으로써 전달 섬유(105)에 스플라이싱된다.
- [0185] 간섭계는 이롭게, 상기 설명된 바와 같은 제 2 섬유 어셈블리(21, 22, 23)와 같은 제 2 섬유 어셈블리(21a, 22a, 23a)를 포함하고, 연결 부재(106a, 21a)는 결합 슬리브(20a)에 의해 연결되고 함께 보유된다.
- [0186] 융합된 결합기 전달 섬유 어셈블리(105b, 106b)는 이롭게, 상기 설명된 바와 같은 제 2 섬유 어셈블리(21, 22, 23)와 같은 제 3 섬유 어셈블리(21b, 22b, 23b)에 연결되고, 연결 부재(106b, 21b)는 결합 슬리브(20b)에 의해 연결되고 함께 보유된다. 간섭계는 거울(40) 또는 섬유 종단 유닛(23b)을 통해 방출된 광을 반사시키도록 배열된 또 다른 기준 유닛을 더 포함한다. 일 대안적인 실시예에서, 기준 유닛은 장치에 포함되지 않지만 이용자에 의해 선택될 수 있다.
- [0187] 융합된 결합기 전달 섬유 어셈블리(105b)는 분광계와 같은 검출기(124)에 추가로 연결된다. 광대역 소스는 하나 이상의 조정가능한 또는 비 조정가능한 필터 및/또는 본 분야에 잘 알려진 것과 같은 하나 이상의 증폭기와 펄스 피커를 포함할 수 있다.
- [0188] 일반적으로 결합기는 광이 하나의 상단 암에서 다른 상단 암(또는 하단 암에서 다른 하단 암)으로 곧바로 통과하는 바 포트, 및 광이 상단 암에서 하단 암, 또는 그 반대로 이동하는 교차 포트를 갖는다. 종종 결합기는 모든 광이 바 포트 또는 교차 포트로 전송되도록 매우 낮은 손실을 갖기 위해 가깝다. 이 실시예에서, 2개의 상부 암은 구성요소 섹션(100)의 어느 한쪽으로 전달 섬유(105a)에 의해 제공되고 하부 암은 구성요소 섹션의 어느 한쪽으로 전달 섬유(105b)에 의해 제공된다. 바 포트 및 교차 포트는 구성요소 섹션(100)에 의해 제공된다. 바 포트는 x의 투과 계수를 가지며 교차 암은 (1-x)의 투과 계수를 갖는다. 투과 계수는 결합기가 어느 방향으로 횡단하는지에 관계없이 동일하다.
- [0189] 이용시 광대역 광 펄스는 전달 섬유(105a)로 투과되고, 미세구조화된 광섬유에 가장 가까운 전달 섬유(105a)의 단부에 도시된 바와 같이 광 펄스 전력은 100%="1"로 설정된다. 융합된 구성요소 섹션(100)에서, 광(x)의 일부는 전달 섬유(105a)를 통해 더 투과되고, 광(1-x) 중 일부는 융합된 결합기 전달 섬유(105b)를 통해 더 투과된다.
- [0190] 융합된 구성요소 섹션(100)으로부터 전달 섬유(105a)를 통해 투과된 광 부분(X)은 제 2 섬유 어셈블리(21a, 22a, 23a)로 투과되고 섬유 종단 유닛(23a)을 통해 광 펄스는 샘플(30)을 향해 방출되고 반사된 광(31a)은 투과

된 광이 융합된 구성요소 섹션(100)에 도달할 때까지 제 2 광섬유(22a) 및 전달 섬유(105a)를 통해 반대 방향으로 투과된다. 거기로부터 투과된 광의 일부는 또한, 융합된 결합기 전달 섬유(105b)를 통해 검출기(104)로 투과된다.

- [0191] 융합된 구성요소 섹션(100)으로부터 융합된 결합기 전달 섬유(105b)를 통해 투과된 광 부분(1-X)은 제 3 섬유 어셈블리(21b, 22b, 23b)로 투과되고, 광 중단 유닛(23b)을 통해 광 펄스는 거울(40)을 향해 방출되고 반사된 광(31b)은 투과된 광이 융합된 구성요소 섹션(100)에 도달할 때까지 제 3 섬유(22b) 및 융합된 결합기 전달 섬유(105b)를 통해 반대 방향으로 투과된다. 그곳으로부터, 투과된 광의 일부는 융합된 결합기 전달 섬유(105b)를 통해 검출기(104)로 또한 투과된다. 이롭게, 거울은 그것에 입사하는 광의 전부를 실질적으로 반사시킨다.
- [0192] 설명된 바와 같이, 간섭계는 그에 의해, 두개의 간섭계 암을 가지며, 하나는 샘플로 광을 가이드하고 반사된 광을 재투과시키고, 하나는 기준 유닛(예를 들면, 거울)으로 광을 가이드하고 반사된 광을 재투과시킨다. 일 실시예에서, 하나의 간섭계 암은 조직 샘플 상에 초점을 맞추고 샘플을 X-Y 세로 방향 래스터 패턴으로 스캐닝하도록 구성된다. 다른 간섭계 암은 기준 거울에서 바운스 오프(bounce off)된다. 조직 샘플에서 반사된 광은 기준으로부터 반사된 광과 조합된다.
- [0193] 도 6에 도시된 실시예에서 상기 설명된 바와 같이, 광대역 레이저로부터의 광은 결합기의 교차 포트를 통과하여 거울(40)에 도달한다. 그것은 거울로부터 반사되어 결합기의 바 포트를 거쳐 다시 검출기(124)에 도달한다. 반사가 손실이 없으며, 전체 경로에 대한 투과 계수가 2개의 투과 계수의 곱, 즉 $x(1-x)$ 임을 가정한다.
- [0194] 도 7은 조합기를 포함하는 본 발명의 전달 섬유의 일 실시예의 개략도이다.
- [0195] 이롭게, 모든 전달 섬유(105a, 105b, 22a, 22b)는 상기 설명된 바와 같이 개재물 형태의 미세구조를 포함하는 모든 고체 섬유이고 바람직하게, 모든 전달 섬유(105a, 105b, 22a, 22b)는 200nm 이상의 투과 대역폭을 가지며, 바람직하게, 투과 대역폭은 겹치거나 동일하다.
- [0196] 도 7은 예로서, 박막, 웨이퍼, OCD(optical critical dimension), 트랜지스터를 위한 오버레이 및 웨이퍼 응력과 상호연결 계측 적용을 위한 광 계측에서 예로서 이용하기 위한 또 다른 유형의 간섭계의 형태인 본 발명의 장치의 일 실시예의 개략도이다.
- [0197] 도 7의 간섭계의 부분은 도 6의 간섭계의 대응하는 부분과 유사하다. 간섭계는 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a)와 융합된 스플리터 전달 섬유 어셈블리(106b)가 구성요소 섹션(100)에서 융합되는 융합된 스플리터 전달 섬유 어셈블리(105b, 106b)를 포함하는 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a)를 포함한다. 간섭계는 펌프 펄스를 생성하도록 동작가능한 광 펌프 소스(101a)를 포함하는 광대역 소스, 상기 광 펌프 소스(101a)로부터의 펌프 펄스의 공급시 광대역 광 펄스를 생성하기 위한 미세구조화된 광섬유(101b) 및 상기 설명된 바와 같은 고체 개재물을 포함하는 전달 섬유(105a) 및 또한 상기 설명된 바와 같은 연결기 부재(106a)를 포함하는 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a)를 포함한다. 제 1 전달 섬유 어셈블리(105a, 106a)는 샘플(30e) 및 기준 유닛(40)에 의해 반사된 반사된 광(33)의 부분을 광 검출기(34)를 향해 지향하도록 배열된 필터(32)를 통해 미세구조화된 광섬유에 연결된다. 나머지 부분은 도 7의 예와 같다.
- [0198] 도 8은 광을 장치에 공급하기에 적합한 스펙트럼 엔진 소스를 도시한다. 스펙트럼 엔진 소스는 레이저 빔(121a, 122a, 123a)을 각각 방출하는 3개의 레이저(121, 222, 123)를 포함한다. 레이저 빔(121a, 122a, 123a)은 상기 설명된 바와 같이 적어도 하나의 파장을 갖고 서로 상이하다.
- [0199] 레이저(121, 222, 123)는 하나 이상의 가스 레이저, 하나 이상의 화학 레이저, 하나 이상의 금속 증기 레이저 및/또는 하나 이상의 반도체 레이저와 같이 동일하거나 상이한 유형일 수 있다.
- [0200] 스펙트럼 엔진 소스는 빔(121a, 122a, 123a)을 하나의 단일 다중화된 빔(M)으로 조합하도록 배열된 다수의 거울로 여기서 도시된 다중화기(M)를 더 포함한다. 다중화기가 레이저의 각각의 레이저 빔의 적어도 일부를 조합하고, 수신된 광을 다중화된 빔으로 시준할 수 있는 임의의 종류의 다중화기 또는 조합기일 수 있음이 이해되어야 한다. 다중화기(M)는 본 발명의 스펙트럼 엔진 소스의 전달 섬유에 의해 수신되도록 충분히 가깝게 빔(121a, 122a, 123a)을 시준한다. 간략화를 위해, 스펙트럼 엔진 소스의 전달 섬유가 도시되지 않았지만, 전달 섬유는 다중화된 빔(M)을 수집하고 수신된 다중화된 빔(M)의 적어도 일부를 장치로 전달하도록 배열된다.
- [0201] 도 9는 광을 장치에 공급하기에 적합한 또 다른 스펙트럼 엔진 소스를 도시한다. 스펙트럼 엔진 소스는 레이저 빔(131a, 132a, 133a, 134a, 135a)을 각각 방출하는 5개의 레이저(131, 232, 133, 134, 135)를 포함한다. 레이저 빔(131a, 132a, 133a, 134a, 135a)은 적어도 하나의 파장을 갖고 서로 상이하다. 예를 들면, 레이저 빔

(131a)은 400-500nm 범위의 파장(들)을 포함할 수 있고, 레이저 빔(132a)은 500-600nm 범위의 파장(들)을 포함할 수 있고, 레이저 빔(133a)은 600-700nm 범위의 파장(들)을 포함할 수 있고, 레이저 빔(135a)은 800-900nm 범위의 파장(들)을 포함할 수 있다.

[0202] 스펙트럼 엔진 소스는 빔(131a, 132a, 133a, 134a, 135a)을 하나의 단일 다중화된 빔(M)으로 조합하도록 배열된 다수의 거울로 여기서 도시된 다중화기(M)를 더 포함한다. 스펙트럼 엔진 소스는 또한 다중화된 빔을 수신하고 수신된 다중화된 빔(M)의 적어도 일부를 장치로 전달하기 위한 상기 설명된 바와 같은 도시되지 않은 전달 섬유를 포함한다.

[0203] 도 10은 광대역 소스, 광대역 소스 시스템 또는 상기 설명된 바와 같은 전달 섬유(DL)를 갖는 스펙트럼 엔진 소스로부터 선택된 광원(LS)을 포함하는 본 발명의 일 실시예의 장치를 도시한다. 장치는 리소그래피 장치이며, 광원(LS)의 전달 섬유로부터 광을 수신하도록 배열된 조명 시스템(조명기)(IL)을 포함한다. 조명기(IL)는 광원(LS)으로부터 수신된 방사 빔의 각도 세기 분포를 조정하는 조정기(AD)를 포함할 수 있다. 또한, 조명기(IL)는 적분기(integrator)(IN) 및 콘덴서(CO)와 같은 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수 있다. 조명기는 방사 빔(radiation beam)을 그 단면에 원하는 균일성과 세기 분포를 가지도록 조절하는데 이용될 수 있다.

[0204] 방사 빔(B)은 지지 구조체(예를 들면, 마스크 테이블(MT)) 상에 유지되는 패터닝 디바이스(예를 들면, 마스크(MA)) 상에 입사되고, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝된다. 마스크(MA)를 통과하면, 방사 빔(B)은 투사 시스템(PS)을 통과하고, 이는 빔을 기관(W)의 타겟 부(C) 상에 포커싱한다. 제 2 포지셔너(positioner)(PW) 및 위치 센서(IF)(예로서, 간섭계 디바이스, 선형 인코더 또는 용량성 센서)의 도움으로, 기관 테이블(WT)은 예로서, 상이한 타겟 부분(C)을 방출 빔(B)의 경로에 배치하기 위해 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제 1 포지셔너(PM) 및또 다른 위치 센서(도 1에 명시 적으로 도시되지 않음)는 예로서, 마스크 라이브러리에서 기계적으로 검색한 후 또는 스캔하는 동안, 방사 빔(B)의 경로에 대해 마스크(MA)를 정확하게 배치하기 위해 이용될 수 있다. 일반적으로, 마스크 테이블(MT)의 이동은 제 1 포지셔너(PM)의 일부를 형성하는 장 스트로크 모듈(long-stroke module)(조잡한 포지셔닝) 및 단 스트로크 모듈(미세 포지셔닝)의 도움으로 실현될 수 있다. 유사하게, 기관 테이블(WT)의 이동은 제 2 포지셔너(PW)의 일부를 형성하는 장 스트로크 모듈 및 단 스트로크 모듈을 이용하여 실현될 수 있다. 스테퍼(stepper)의 경우에(스캐너와는 대조적으로), 마스크 테이블(MT)은 단 스트로크 액추에이터에만 연결되거나 고정될 수 있다. 마스크(MA) 및 기관(W)은 마스크 정렬 마크(M1, M2) 및 기관 정렬 마크(P1, P2)를 이용하여 정렬될 수 있다. 도시된 바와 같은 기관 정렬 마크가 전용 타겟 부분을 차지할지라도, 이들은 타겟 부분 사이의 공간에 위치할 수 있다(이들은 스크라이브 레인 정렬 마크(scribe-lane alignment marks)로 공지됨). 유사하게, 하나보다 많은 다이가 마스크(MA) 상에 제공되는 상황에서, 마스크 정렬 마크는 다이 사이에 위치 될 수 있다. 장치는 예를 들면, US2007013921에 설명된 바와 같이 동작할 수 있다.

[0205] 도 11은 공초점 스캐닝 현미경으로서 구현되는 스캐닝 현미경 및 상기 설명된 바와 같은 광대역 소스, 광대역 소스 시스템 또는 전달 섬유(DL)를 갖는 스펙트럼 엔진 소스로부터 선택된 광원(LS)을 포함하는 본 발명의 일 실시예의 장치를 도시한다. 광원(LS)은 전달 섬유(DL)를 통해 조명 광 빔(211)을 전달한다.

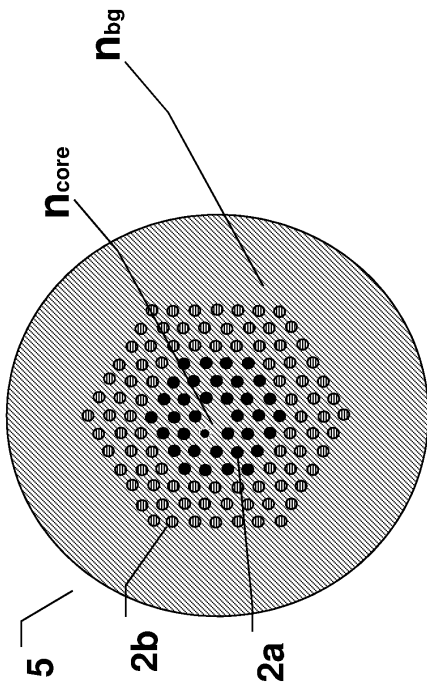
[0206] 스캐닝 현미경은 AOTF(215)로서 구현되는 음향광학적 구성요소(213)를 포함한다. 음향광학적 구성요소(213)로부터, 조명 광 빔(211)으로부터 선택된 광(212)은 짐벌 장착 스캐닝 거울(gimbal-mounted scanning mirror)(19)를 포함하고 스캐닝 광 시스템(221), 튜브 광 시스템(223), 및 시료(227)에 걸치거나 그것을 통한 대물렌즈(225)를 가이드하는 빔 편향 장치(17)에 도달한다. 시료로부터 나오는 검출된 광 빔(229)은 스캐닝 광 시스템(221), 튜브 광 시스템(223) 및 대물렌즈(225)를 통해 반대 방향으로 이동하고, 검출된 광 빔(229)을 다중대역 검출기로서 구현되는 검출기(231)로 전달하는 음향광학적 구성요소(213)에서 스캐닝 거울(219)을 통해 도달한다. 조명 광 빔(211)은 도면에서 실선으로 도시되고, 검출된 광 빔(229)은 점선으로 도시된다. 일반적으로 공초점 스캐닝 현미경에 제공되는 조명 핀홀(233) 및 검출 핀홀(235)은 완전성을 위해 개략적으로 도시된다. 그러나, 더 명확하게 하기 위해, 광 빔을 가이드하고 형성하기 위한 특정 광 요소가 생략되어 있다. 선택된 파장 스펙트럼을 선택하는 역할을 하는 음향광학적 구성요소(213)는 음향 파가 통과하는 AOTF(215)로서 구성된다. 음향 파는 전기적으로 활성화된 피에조 음향 생성기(237)에 의해 생성된다. 활성화는 조정가능한 HF 스펙트럼을 나타내는 전자기 고주파를 생성하는 고주파 소스(239)에 의해 달성된다. HF 스펙트럼은 원하는 파장을 갖는 조명 광 빔(211)의 일부만이 빔 편향 디바이스(217)에 도달하는 방식으로 선택된다. 음향 여기에 영향을 받지 않는 조명 광 빔(211)의 다른 부분은 빔 트랩(241)으로 지향된다. 조명 광 빔(211)의 파워 레벨은 음향 파의 진폭을 변화시킴으로써 선택될 수 있다. 음향광학적 구성요소(213)의 결정 단면 및 배향은 단일 결합 인 방향으로 상이한 파장이 동일한 방향으로 편향되는 방식으로 선택된다. 컴퓨터(243)는 제 2 또는 제 3 파장 스펙트럼을 선택하는데 이용된다. 컴퓨터(243)의 모니터(247)는 스펙트럼 조성을 위한 디스플레이의 역할을 한다. 그 스펙

트럼 구성과 함께 파장 스펙트럼의 선택은 2개의 좌표축 X, Y를 갖는 좌표계 내의 그래프 G에 기초하여 수행된다. 광의 파장은 좌표축 X 상에 도시되고, 그 파워 레벨은 좌표축 Y 상에 있다. 컴퓨터(243)는 이용자의 규정에 따라 고주파 소스(239)를 제어한다. 이용자는 컴퓨터 마우스(257)를 이용하여 조정한다. 모니터(247)는 조명 광빔(11) 또는 검출된 광 빔(229)의 전체 광 파워 레벨의 조정을 위해 서빙하는 슬라이더(259)이다.

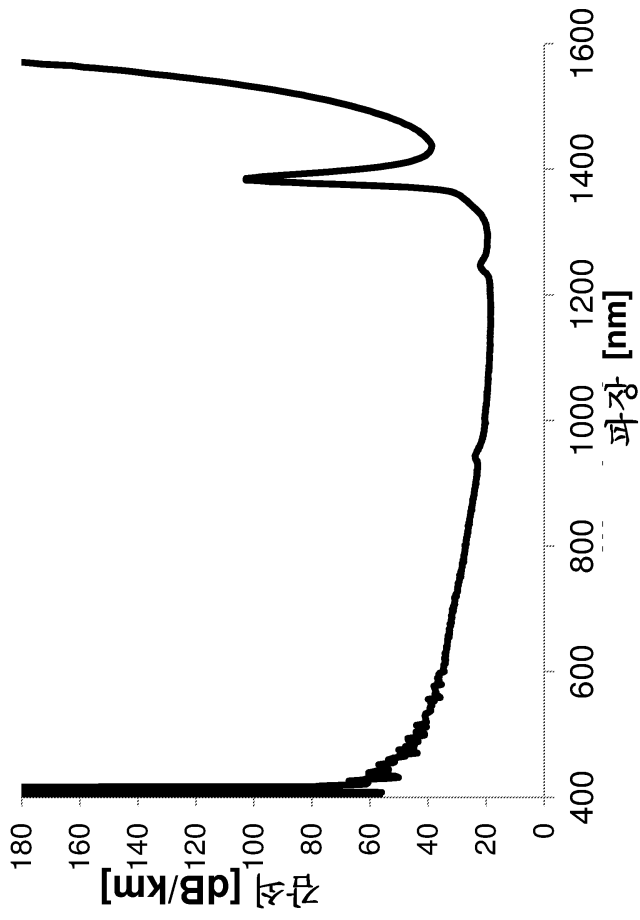
[0207] 실시예가 설명되고 상세하게 도시되었지만, 본 발명은 이들로 제한되지 않고, 다음의 청구항에서 정의된 주제의 범위 내에서 다른 방식으로 구현될 수도 있다. 특히, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 다른 실시예들이 활용될 수 있고 구조적 및 기능적 변형이 이루어질 수 있음이 이해될 것이다.

도면

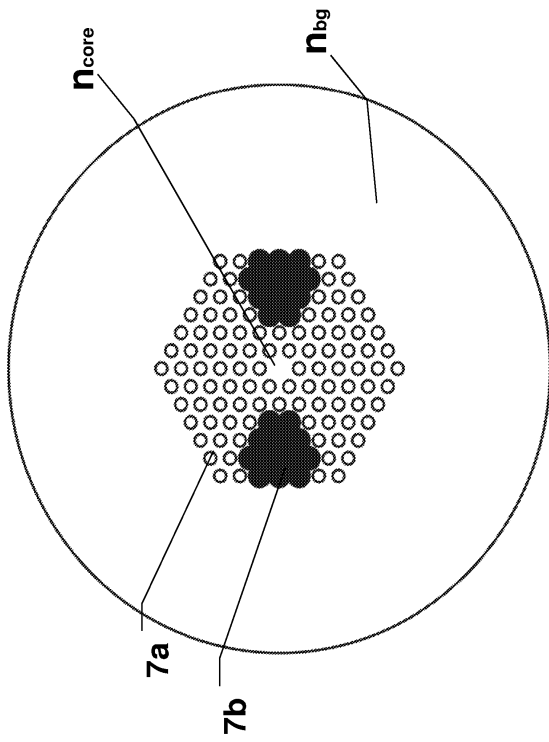
도면1a



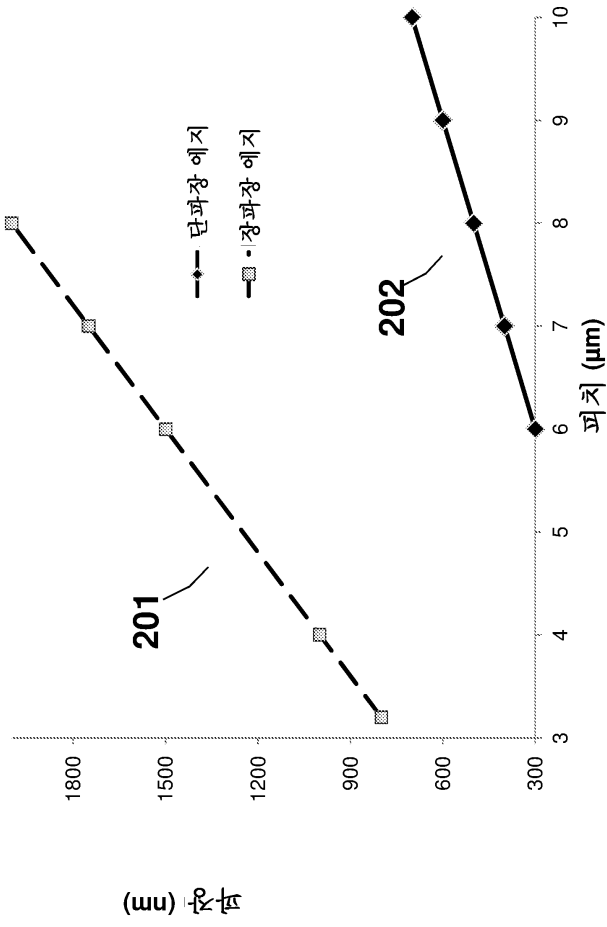
도면1b



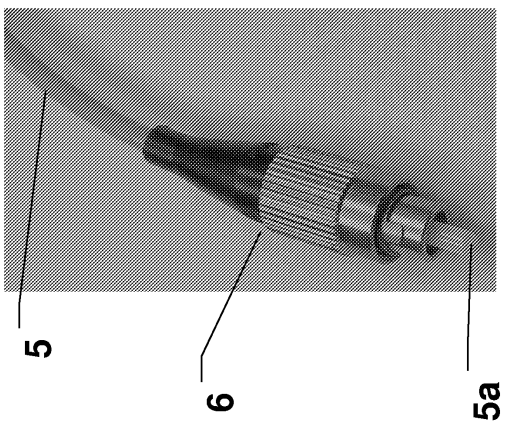
도면1c



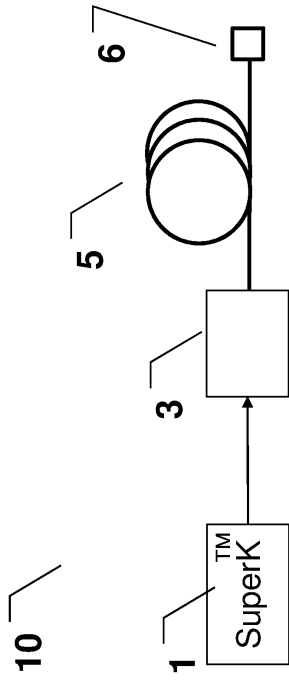
도면1d



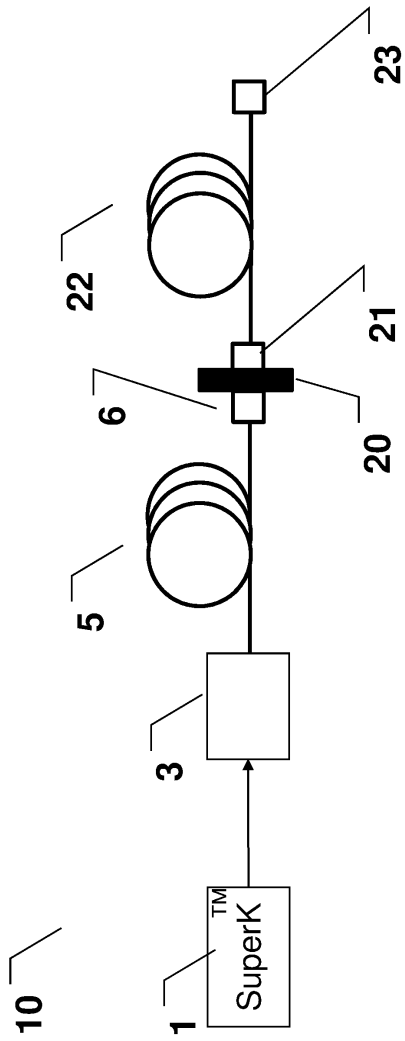
도면2



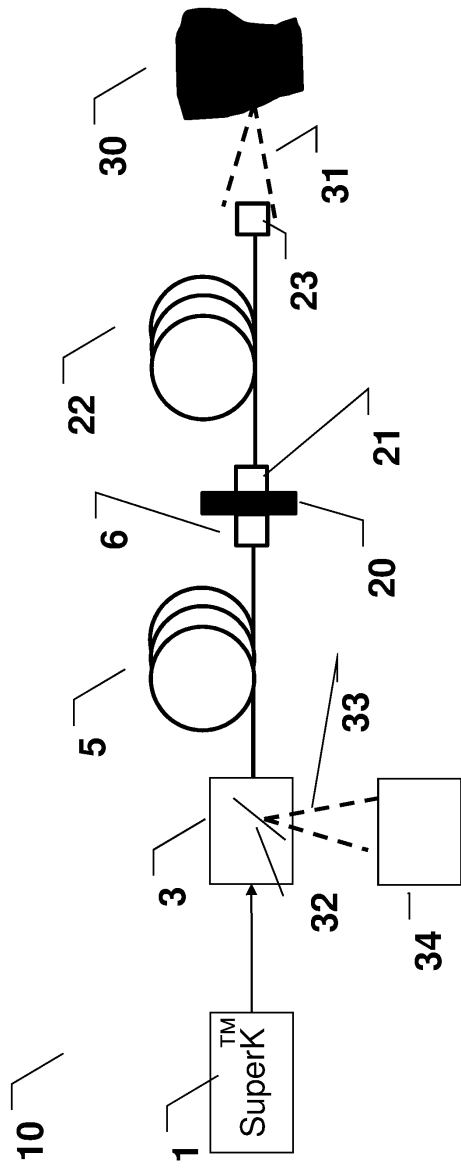
도면3



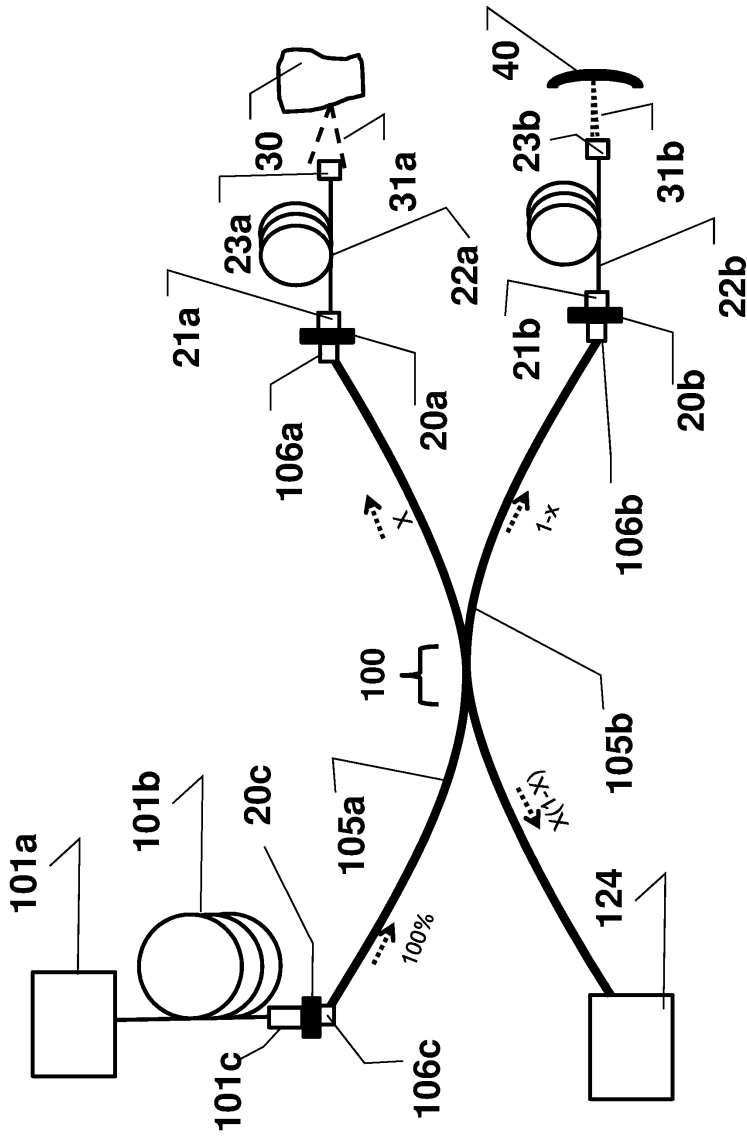
도면4



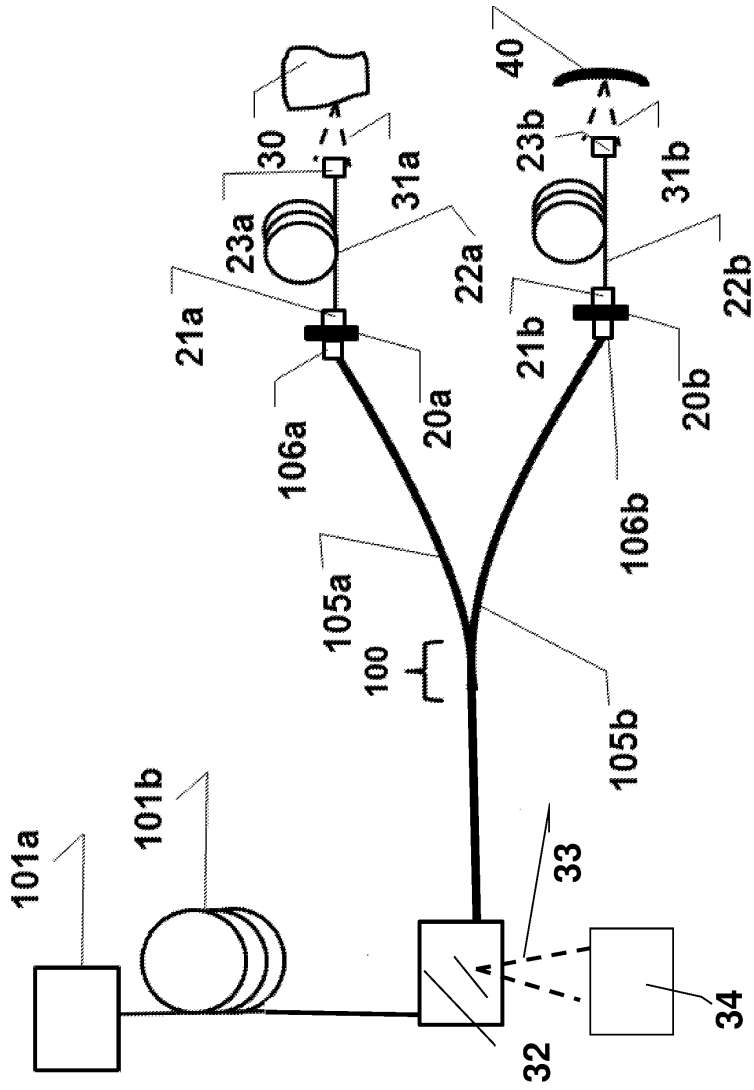
도면5



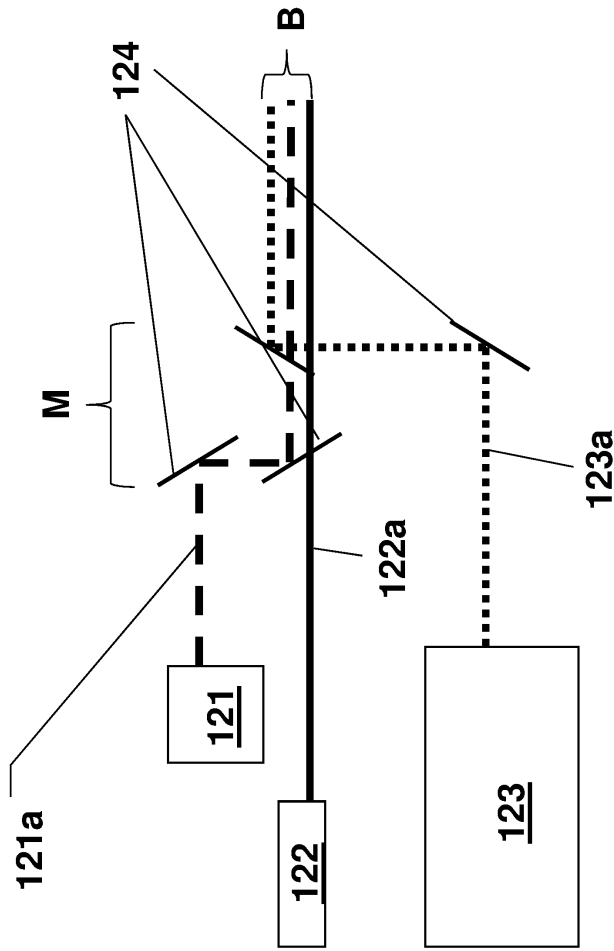
도면6



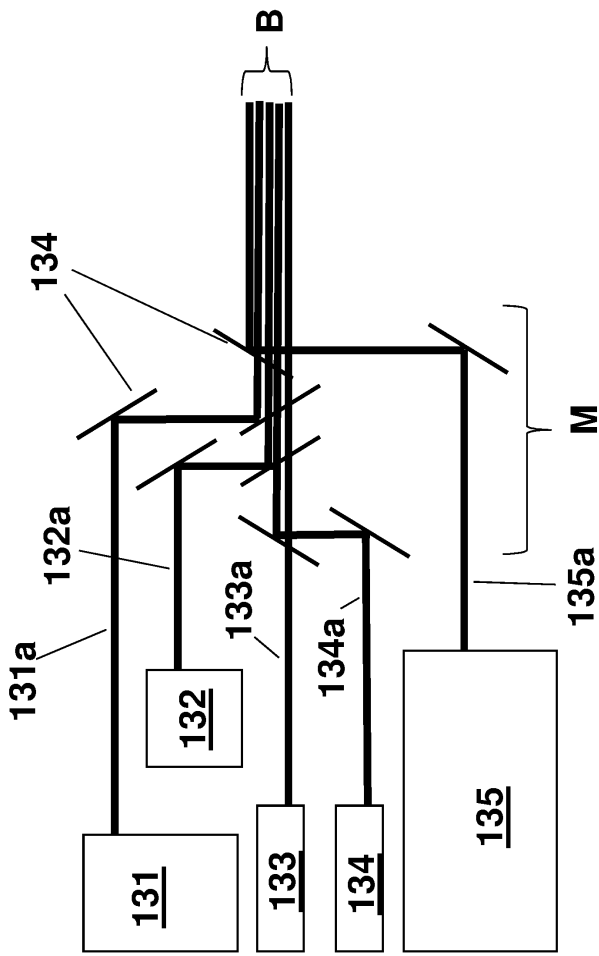
도면7



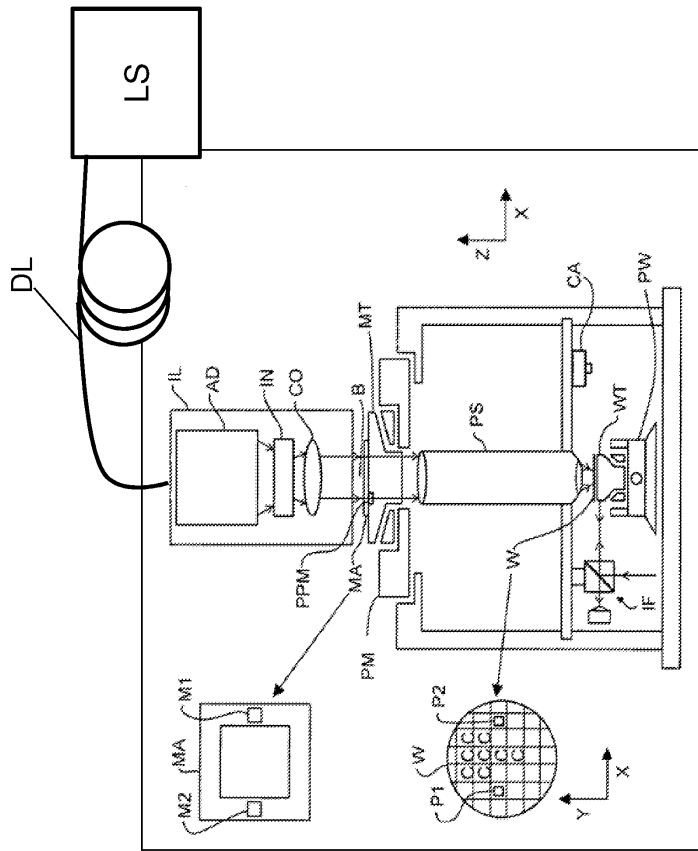
도면8



도면9



도면10



도면11

