



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0102004
(43) 공개일자 2022년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/02 (2022.01) G02B 6/44 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/02076 (2013.01)
G02B 6/02042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0004172
(22) 출원일자 2021년01월12일
심사청구일자 2021년01월12일

(71) 출원인
한국과학기술연구원
서울특별시 성북구 화랑로14길 5 (하월곡동)
(72) 발명자
이아람
전라북도 완주군 봉동읍 추동로 92
배수강
전라북도 완주군 봉동읍 추동로 92
이승기
전라북도 완주군 봉동읍 추동로 92
(74) 대리인
김영철, 김 순 영

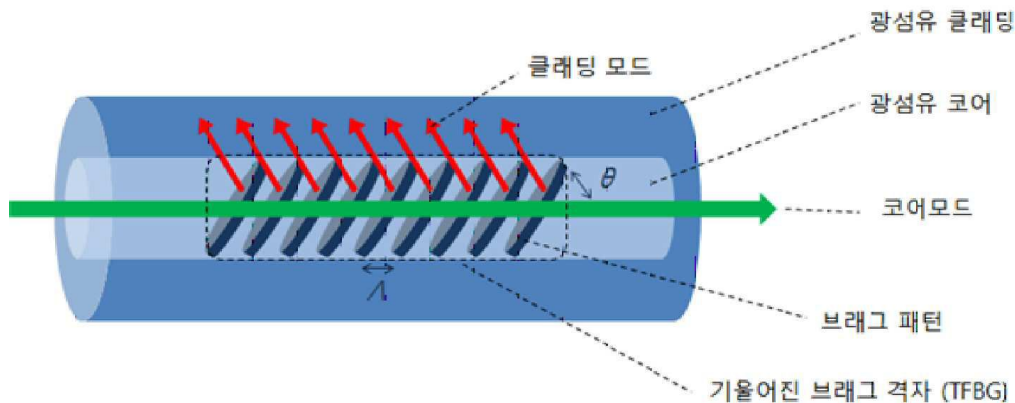
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 코어에 격자 구조 어레이가 패터닝된 광섬유, 해당 광섬유에 광전 변환 박막이 형성된 광섬유 소자 및 이를 포함하는 전력 공급 시스템

(57) 요약

내부의 광섬유 코어 및 상기 코어를 감싸는 광섬유 클래딩으로 이루어지는 코어 및 클래딩 구조의 광섬유로서, 상기 광섬유 코어에 복수 개의 브래그 격자 또는 격자 구조가 일정 간격을 두고 반복된 브래그 격자 구조 어레이가 패터닝된 광섬유, 해당 광섬유에 광전 변환 박막이 형성된 광섬유 소자 및 이를 포함하는 전력 공급 시스템이 개시된다. 이에 따르면, 광섬유 길이 방향으로 분산 배치된 각각의 격자 구조에 해당하는 공진 파장을 전송함으로써, 원하는 장소에 선택적으로 전력 공급이 가능하다. 또한, 격자구조의 패터닝 강도와 패턴 갯수에 따라 출력되는 에너지 비율 조절이 가능하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02B 6/4415 (2013.01)

H01L 31/022466 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711105702
과제번호	2017M3A7B4049167
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노·소재기술개발(R&D)
연구과제명	유무기 하이브리드 기반소재의 열/전하 극한수송특성 측정/분석기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국과학기술연구원
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

내부의 광섬유 코어 및 상기 코어를 감싸는 광섬유 클래딩으로 이루어지는 코어 및 클래딩 구조의 광섬유로서, 상기 광섬유 코어에 복수 개의 브래그 격자 또는 격자 구조가 일정 간격을 두고 반복된 브래그 격자 구조 어레이가 패터닝된 것을 특징으로 하는 광섬유.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 격자 구조는 코어의 축과 격자 구조가 이루는 각도(θ)가 90도를 벗어난 기울어진 광섬유 브래그 격자 구조(TFBG; tilted fiber Bragg grating)인 것을 특징으로 하는 광섬유.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 격자 구조 어레이의 격자 주기는 1~10 μm 인 것을 특징으로 하는 광섬유.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 격자 구조는 코어의 축과 격자 구조가 이루는 각도(θ)가 90도인 장 주기 격자(LPG; long period grating)인 것을 특징으로 하는 광섬유.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 격자 구조 어레이의 격자 주기는 500nm~10 μm 인 것을 특징으로 하는 광섬유.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 광섬유의 코어는 단일 코어 또는 다중 코어인 것을 특징으로 하는 광섬유.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항의 코어 및 클래딩 구조의 광섬유; 및

상기 광섬유에 형성된 광전 변환 박막;을 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 구조체.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 광섬유 구조체는,
상기 코어 및 클래딩 구조의 광섬유;
상기 광섬유에 형성된 투명 전극;
상기 투명 전극에 형성된 광전 변환 박막; 및
상기 광전 변환 박막에 형성된 금속 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 구조체.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 광섬유 구조체는,
상기 금속 전극에 절연막이 더 형성된 것을 특징으로 하는 광섬유 구조체.

청구항 10

제 7 항의 광섬유 구조체를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 공급 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
복수개의 광전 소자들이 광섬유 구조체에 의하여 직렬 연결된 것을 특징으로 하는 전력 공급 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 코어에 격자 구조 어레이가 패터닝된 광섬유, 해당 광섬유에 광전 변환 박막이 형성된 광섬유 소자 및 이를 포함하는 전력 공급 시스템에 관하여 기술한다.

배경 기술

[0002] 구리 기반 전력 송수신은 현재 가장 기본적인 에너지 전달의 매개로 자리 잡았지만, 상온 및 대기하의 전도체 기본 저항으로 인한 손실율로 인해 수 킬로미터 길이의 전력 공급은 복잡한 변전과정이나 굵은 송전배선 설치를 요구한다.

[0003] 최근 직접적인 전기에너지 전송의 틀을 벗어난, 광섬유를 통한 광에너지 전송 후 수신부에서 해당 광에너지를 광전 소자를 통해 전기에너지로 변환하여 사용하는 PoF (power over fiber) 기술들이 시도되었다. 광섬유를 통한 원거리 에너지 공급은 기존 전도체를 통한 전력 공급에 비해 공급 라인에서 발생하는 에너지 손실률이 아주 적다.

[0004] 그러나, PoF 기술들은 광섬유 말단에만 전력 공급이 가능한 일점식 시스템에 한정되어 있으므로, 공급 라인을 따른 전력배분에 적용하기 위해서는 추가적인 기술 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국특허출원공개 제2013-0108506호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 구현예들의 목적은, 일측면에서, 원하는 장소에 선택적으로 전력 공급이 가능하고, 출력 에너지 비율 조절이 가능하며, 극한 환경에서도 전력 공급 가능한 코어에 격자 구조 어레이가 패터닝된 광섬유, 해당 광섬유 표면에 광전 변환 박막이 코팅된 광섬유 소자 및 이를 포함하는 전력 공급 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 예시적인 구현예들에서는, 내부의 광섬유 코어 및 상기 코어를 감싸는 광섬유 클래딩으로 이루어지는 코어 및 클래딩 구조의 광섬유로서, 상기 광섬유 코어에 복수 개의 브래그 격자 또는 격자 구조가 일정 간격을 두고 반복된 브래그 격자 구조 어레이가 패터닝된 광섬유를 제공한다.

[0008] 본 발명의 예시적인 구현예들에서는, 또한, 전술한 코어 및 클래딩 구조의 광섬유; 및 상기 광섬유에 형성된 광전 변환 박막;을 포함하는 광섬유 구조체를 제공한다.

[0009] 본 발명의 예시적인 구현예들에서는, 또한, 상기 광섬유 구조체를 포함하는 전력 공급 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 예시적인 구현예들에 의하면, 광섬유 길이 방향으로 분산 배치된 각각의 격자 구조에 해당되는 공진 파장을 전송함으로써, 원하는 장소에 선택적으로 전력 공급이 가능하다. 또한, 격자구조의 패터닝 강도와 패터닝 갯수에 따라 출력되는 에너지 비율 조절이 가능하다. 또한, 리피터나 증폭기 등 중개매체 없이도 수 km 거리의 극한 환경에 전력 공급 가능하므로 예컨대 해저 송전망으로서 적용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 예시적인 구현예에서 코어에 기울어진 브래그 격자 구조가 패터닝된 광섬유를 나타내는 개략도이다.

도 2는 본 발명의 예시적인 구현예에서 코어에 장 주기 브래그 격자 구조가 패터닝된 광섬유를 나타내는 개략도이다.

도 3a는 본 발명의 예시적인 구현예에서 광섬유에 광전 변환 박막이 코팅된 광섬유 소자를 나타내는 개략도이다.

도 3b는 본 발명의 예시적인 구현예에서 단일 및 다중 코어 광섬유의 절단면을 나타내는 개략도이다.

도 4는 본 발명의 예시적인 구현예에 따른 전력 분산 공급 시스템을 나타내는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 명세서에서 브래그 격자 또는 격자 구조란 광섬유 코어 부분에 예컨대 자외선 노광을 통해 굴절률이 주기적으로 변화된 구조로서, 다수의 패턴이 군집된 것을 의미한다.

[0013] 본 명세서에서 브래그 패턴은 단일 패턴을 나타내며, 브래그 격자는 패턴의 군집을 의미한다.

[0014] 본 명세서에서 격자 구조 어레이란 복수 개의 격자 또는 격자 구조가 광섬유를 따라 일정 간격(주기)을 두고 반복 배치된 형태를 의미한다.

[0015] 본 명세서에서 격자 구조의 패터닝 강도란 격자 구조 형성에 사용된 자외선 노광의 정도를 의미한다.

[0016] 본 명세서에서 격자 구조의 패턴 개수란 규칙적으로 생성된 굴절률 변화 주기의 개수를 의미한다.

[0017] 본 명세서에서 코어 모드란 코어-클래딩 경계면에서의 전반사를 통해 코어 내부에 한정되어 도파되는 광에너지를 의미한다.

[0018] 본 명세서에서 클래딩 모드란 클래딩 표면에서의 반사를 통해 코어와 클래딩을 모두 포함한 광섬유 전체 단면적에 걸쳐 도파되는 광에너지를 의미한다.

[0019] 본 명세서에서 제1 구성 요소에 제2 구성 요소가 형성된다는 것은 해당 제1 구성 요소에 제2 구성 요소가 직접

형성되는 것뿐만 아니라, 제3 구성 요소를 더 게재하여 형성된다는 것을 포함한다. 예컨대, 광섬유에 광전 변환 박막이 형성된다는 것은 광섬유 표면에 직접 광전 변환 박막이 형성되는 것뿐만 아니라 광섬유 표면에 투명 전극이 형성되고 해당 투명 전극 표면에 광전 변환 박막이 형성되는 것도 포함한다.

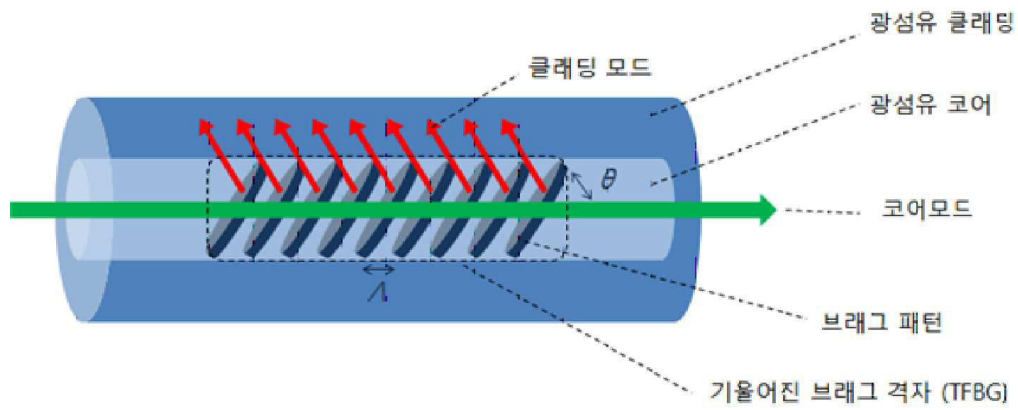
- [0020] 이하, 본 발명의 예시적인 구현예들을 상세히 설명한다.
- [0021] 본 발명의 예시적인 구현예들에서는, 내부의 광섬유 코어 및 상기 코어를 감싸는 광섬유 클래딩으로 이루어지는 코어 및 클래딩 구조의 광섬유로서, 상기 광섬유 코어에 복수 개의 브래그 격자 또는 격자 구조가 일정 간격을 두고 반복된 브래그 격자 구조 어레이가 패터닝된 광섬유를 제공한다.
- [0022] 이와 같이 코어 내부에 집약된 격자 구조 (후술하는 TFBG, LPG) 들은, 코어 내부에 한정되어 전파되던 코어모드를 클래딩 표면으로 노출시킬 수 있다(클래딩 모드). 클래딩 표면에 도달한 광에너지는 광전 변환 박막(후술함)을 통해 전기 에너지로 변환될 수 있다.
- [0023] 이러한 격자 구조를 광섬유 길이방향으로 분산 배치시키고 서로 다른 격자주기를 가지게 함으로써, 주입 에너지의 파장에 따라 선택적 작동이 가능하게 할 수 있다.
- [0024] 상기 광섬유 코어는 기울어진 광섬유 브래그 격자(tilted fiber Bragg grating, TFBG) 또는 장 주기 격자(long period grating, LPG)로 패터닝(patterning)할 수 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 예시적인 구현예에서 코어에 기울어진 브래그 격자 구조(TFBG) 어레이가 패터닝된 광섬유를 나타내는 개략도이다.
- [0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 예시적인 구현예에서 광섬유 격자 구조는 코어의 축과 격자 구조가 이루는 각도(θ)가 90도를 벗어난 기울어진 광섬유 브래그 격자 구조(TFBG)일 수 있다.
- [0027] 이와 같이 코어 축과 격자 구조의 각도(θ)가 90도를 벗어나 기울지게 함으로써 코어 외부로 광모드를 탈출시킬 수 있다. 상기 각도(θ)는 45~135도 내외에서 조절할 수 있으며, 90도에서 멀어질수록 광모드 탈출 정도가 강화된다. 코어 모드 중 TFBG 브래그 조건을 만족하는 파장만이 코어를 탈출하고 나머지는 광섬유를 따라 계속 도파된다.
- [0028] 해당 격자 구조는 코어-클래딩 구조의 광섬유에 자외선 펄스 조사와 이중 빔 간섭계를 사용하여 TFBG 나노 구조를 패터닝할 수 있다. 이중 자외선 펄스 간섭 등에 노출하면 부분적인 굴절률이 변화한 격자구조가 생성된다.
- [0029] 생성된 격자 구조 어레이의 격자 주기는 일반적인 가시광/근적외선의 경우 1~10 μm , 또는 수백 나노미터로 유지될 수 있다. 참고로, 격자주기는 대략 파장/(2x굴절률)이되며, 예컨대, 1 μm 파장을 반사시키는 실리카 광섬유(굴절률 약 1.45) 내부의 격자 주기는 약 345 nm에 해당한다.
- [0030] 격자 길이는 1mm~1cm, 또는 수mm~1cm이며, 길이가 길수록 더 많은 에너지가 클래딩 모드로 이탈하게 된다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 예시적인 구현예에서 코어에 장 주기 브래그 격자 구조(LPG) 어레이가 패터닝된 광섬유를 나타내는 개략도이다.
- [0032] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 예시적인 구현예에서 광섬유 격자 구조는 상기 격자 구조는 코어의 축과 격자 구조가 이루는 각도(θ)가 90도인 장 주기 격자(LPG; long period grating)일 수 있다.
- [0033] 여기서는 코어 축과 격자 구조의 각도(θ)가 90도를 유지한다. 코어 모드 중 클래딩 모드의 도파 조건을 만족하는 파장이 코어를 탈출하고 나머지는 광섬유를 따로 계속 도파된다.
- [0034] LPG 격자 구조는 격자 주기가 마이크로 단위이므로 앞서 언급된 자외선 노광은 비교적 장파장을 조사하는 CO₂ 레이저 펄스 조사로 대체 가능하다. TFBG와 바와 같이 LPG 격자 구조 역시 자외선 펄스, CO₂ 레이저 등의 강한 광원에 노출하여 부분적인 굴절률이 변화한 격자 구조가 생성된다.
- [0035] 여기서, 상기 격자 구조 어레이의 격자 주기는 일반적인 가시광/근적외선의 경우 500nm~10 μm 로 유지될 수 있다. 격자 구조의 길이는 1mm~1cm, 또는 수mm~1cm이며, 길이가 길수록 더 많은 에너지가 클래딩 모드로 이탈하게 된다.
- [0036] 한편, 본 발명의 예시적인 구현예들에서는, 상기 코어 및 클래딩 구조의 광섬유; 및 상기 광섬유에 형성된 광전 변환 박막;을 포함하는 광섬유 구조체를 제공한다.
- [0037] 도 3a는 본 발명의 예시적인 구현예에서 광섬유에 광전 변환 박막이 코팅된 광섬유 소자를 나타내는

개략도이다.

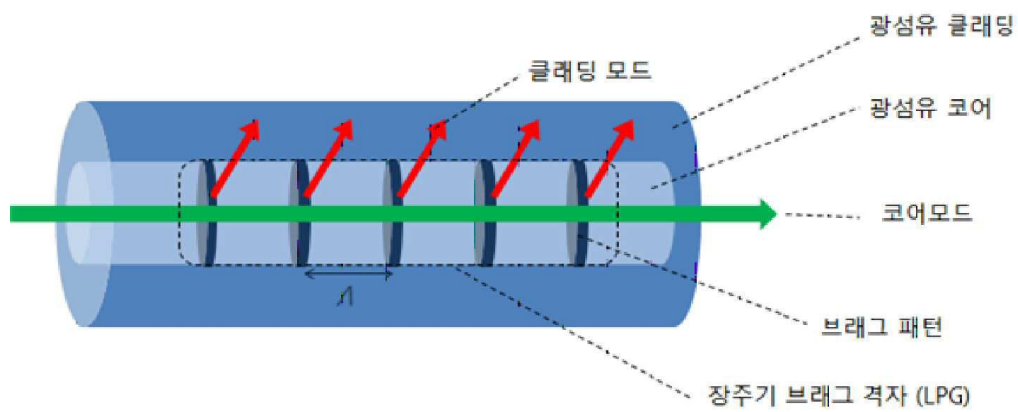
- [0038] 도 3a에 도시된 바와 같이, 상기 광섬유 구조체는, 상기 코어 및 클래딩 구조의 광섬유; 상기 광섬유에 형성된 투명 전극; 상기 투명 전극에 형성된 광전 변환 박막; 및 상기 광전 변환 박막에 형성된 금속 전극;을 포함할 수 있다.
- [0039] 광전 변환 박막은 광섬유 내부에서 방사되는 광에너지를 전기 에너지로 변환시키는 것인 한 그 구조나 코팅 방식은 제한되지 않는다.
- [0040] 예시적인 일 구현예에서, 상기 금속 전극에 절연막을 더 형성하여 추가적으로 전체 섬유의 강성을 증가시킬 수 있다.
- [0041] 도 3b는 본 발명의 예시적인 구현예에서 단일 및 다중 코어 광섬유의 절단면을 나타내는 개략도이다.
- [0042] 본 발명의 예시적인 구현예들에 사용되는 광섬유는 단일 코어를 기본으로 하지만, 고밀도의 광 에너지 전송을 위한 경우 다중 코어 등의 특수 광섬유를 활용할 수 있다.
- [0043] 비제한적인 예시에서, 단일 코어를 적용하는 경우, 파장 분할 다중화 방식을 활용하여 전력송신이나 통신, 센싱 등의 다기능 동작이 가능하다.
- [0044] 또한, 다중 코어를 적용하는 경우, 필요한 만큼의 코어를 통신이나 센싱 용도로 다기능 라인으로 활용할 수 있다. 이러한 다공 코어 광섬유의 경우 경제적으로도 매우 유용할 수 있다.
- [0045] 한편, 본 발명의 예시적인 구현예들에서는, 전술한 광섬유 구조체를 포함하는 전력 공급 시스템을 제공한다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 예시적인 구현예에 따른 전력 분산 공급 시스템을 나타내는 개략도이다.
- [0047] 도 4에 도시된 바와 같이, 예시적인 일 구현예에서 복수개의 광전 소자들이 광섬유 구조체에 의하여 길이 방향으로 직렬 연결된 것일 수 있다. 이에 따라, 예컨대, 1번 및 n번 스팟에만 동시 전력 공급이 요구될 시, 광원에서 해당 스팟의 격자구조에 해당되는 두개 파장의 광에너지를 본 발명의 예시적인 구현예들에 따른 분산 전력 공급 시스템에 주입하여 1번 및 n번 스팟에만 동시 전력 공급이 가능하다.
- [0048] 도 4에서 고효율 다파장 광원은 하나의 레이저에 국한되지 않으며, 다수의 레이저 장비와 출력 파장 조절부의 복합체일 수 있다.
- [0049] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 예시적인 구현예들에 의하면, 광섬유 길이방향으로 분산 배치된 각각의 격자구조에 해당하는 공진 파장을 전송함으로써, 원하는 장소에 선택적으로 전력 공급이 가능하다. 또한, 격자 구조 패터닝 강도와 패턴 갯수에 따라 출력되는 에너지 비율 조절이 가능하다. 또한, 리피터/증폭기 등의 중개 매체 없이도 수 km 거리의 극한 환경에 전력 공급이 가능하여 예컨대 해저 송전망 등에 적용이 가능하다.
- [0050] 이상에서 본 발명의 예시적인 구현예를 설명하였으나, 본 발명의 기술 사상은 첨부 도면이나 상기 설명 내용에 한정되지 않는다. 본 발명의 기술 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 변형이 가능함이 이 분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하며, 또한, 이러한 형태의 변형은 본 발명의 특허청구범위에 속한다고 할 것이다.

도면

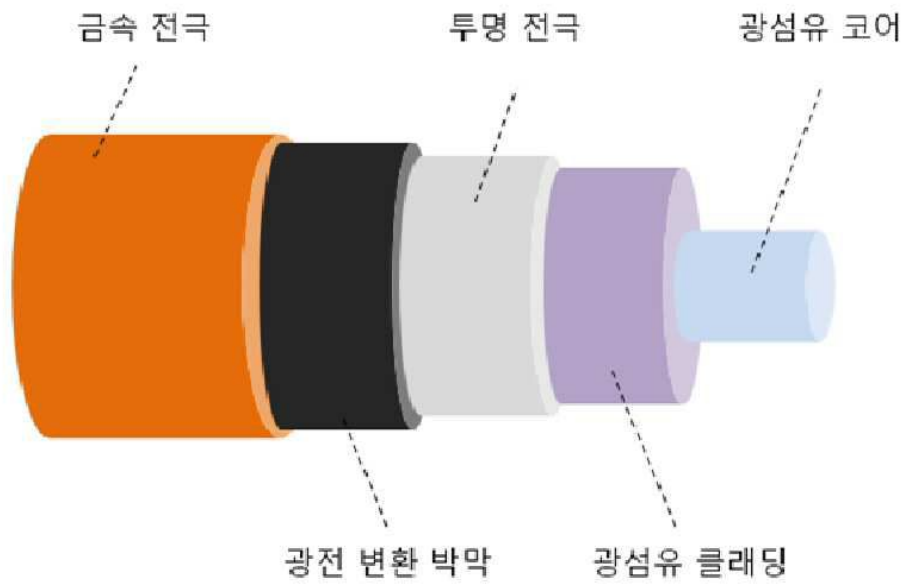
도면1



도면2

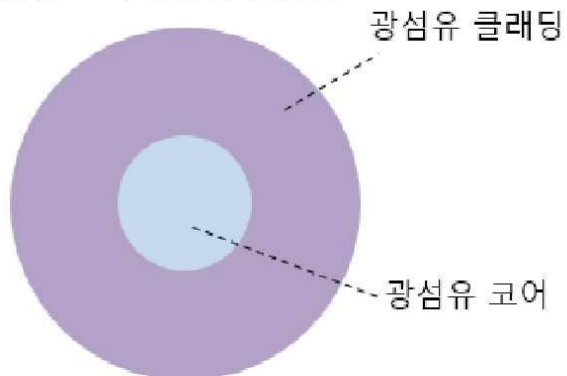


도면3a

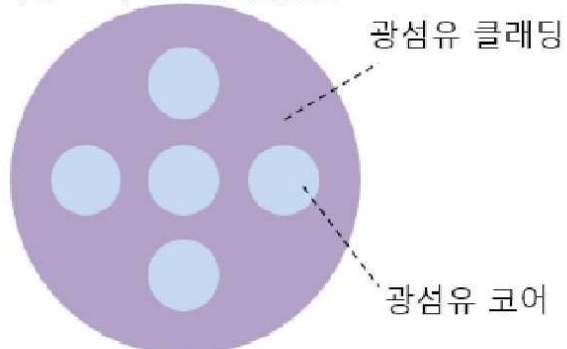


도면3b

단일 코어 광섬유 절단면



다중 코어 광섬유 절단면



도면4

