



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월02일
(11) 등록번호 10-1653908
(24) 등록일자 2016년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 11/02 (2006.01) G02B 6/024 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01L 11/025 (2013.01)
G02B 6/024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0026359
(22) 출원일자 2015년02월25일
심사청구일자 2015년02월25일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130007691 A*
KR1020140102513 A*
KR100200453 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
이용욱
부산광역시 남구 분포로 111 LG메트로시티2차아파
트 231-2302
노태규
경상남도 김해시 진영읍 김해대로361번길 35 진영
자이아파트 309-201
(74) 대리인
남준욱

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 김수현

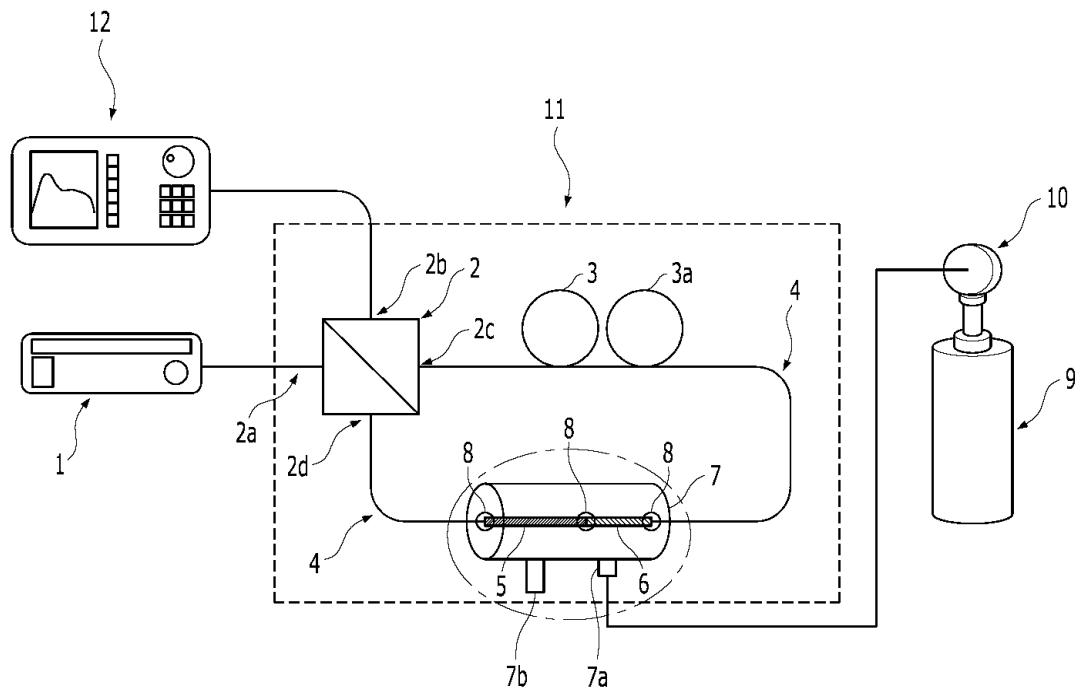
(54) 발명의 명칭 광섬유 압력 센서 및 이를 이용한 압력 측정방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서는, 광대역 광원으로부터 입사된 광을 두 개의 빔으로 분리하는 편광 빔 분배기(polarization beam splitter; PBS), 상기 편광 빔 분배기에서 출사되는 수직 편광과 수평 편광을 갖는 빛이 통과하는 편광 조절기, 편광 유지 광섬유(PMF)와 광섬유 브래그 격자(fiber Bragg grating; FBG)를

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



내측에 수용하는 압력 챔버, 및 상기 편광 조절기를 통과한 수직 편광과 수평 편광을 갖는 빛이 편광 빔 분배기로 출사되어 입력되는 광 스펙트럼 분석기(optical spectrum analyzer; OSA)를 포함하되, 상기 편광 빔 분배기, 상기 편광 조절기, 상기 편광 유지 광섬유와 광섬유 브래그 격자는 광섬유에 의해 연결되며, 상기 편광 유지 광섬유의 일측과 상기 광섬유 브래그 격자의 일측은 각각 광섬유와 융착 접속되고, 상기 편광 유지 광섬유의 타측과 상기 광섬유 브래그 격자의 타측은 서로 융착 접속되어 있으며, 상기 광섬유는 단일 모드 광섬유, 다중 모드 계단형 광섬유, 다중 모드 언덕형 광섬유 및 대구경 다중 모드 광섬유 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서일 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711003873

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원

연구과제명 바나듐 산화물 박막의 멤리스터 특성 기반 다안정 저항 메모리 소자의 연구

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교

연구기간 2013.12.01 ~ 2016.11.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

광대역 광원(1)으로부터 입사된 광을 두 개의 빔으로 분리하는 편광 빔 분배기(2);
 상기 편광 빔 분배기(2)에서 출사되는 수직 편광과 수평 편광을 갖는 빛이 통과하는 편광 조절기(3; 3a);
 편광 유지 광섬유(5)와 광섬유 브래그 격자(6)를 내측에 수용하는 압력 챔버(7); 및
 상기 편광 조절기(3; 3a)를 통과한 수직 편광과 수평 편광을 갖는 빛이 편광 빔 분배기(2)로 출사되어 입력되는
 광 스펙트럼 분석기(12)를 포함하되,
 상기 편광 빔 분배기(2), 상기 편광 조절기(3; 3a), 상기 편광 유지 광섬유(5)와 광섬유 브래그 격자(6)는 광섬
 유(4)에 의해 연결되며,
 상기 편광 유지 광섬유(5)의 일측과 상기 광섬유 브래그 격자(6)의 일측은 각각 광섬유(4)와 융착 접속되고, 상
 기 편광 유지 광섬유(5)의 타측과 상기 광섬유 브래그 격자(6)의 타측은 서로 융착 접속되어 있으며,
 상기 광섬유(4)는 단일 모드 광섬유, 다중 모드 계단형 광섬유, 다중 모드 언덕형 광섬유 및 대구경 다중 모드
 광섬유 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 압력 챔버(7)는 가스 조절기(10)와 연결된 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 광대역 광원(1)은 자외선, 가시광선, 적외선의 파장 대역 중에서 선택되는 어느 하나의 전자파를 포함하는
 광을 출력하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력센서.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 광대역 광원(1)은 발광 다이오드, 유기 발광 다이오드, 태양광, 형광등, 배열등 및 레이저 중에서 선택된
 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력센서.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 편광 유지 광섬유(5)는,
 보우 타이형, 팬더형, 타원 클래딩 편광 유지 광섬유 또는
 편광 유지 광자결정 광섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력센서.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 압력 챔버(7)로 공급되는 가스는 수소, 질소, 산소, 플루오린, 염소, 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 제논, 및 라돈 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 따른 광섬유 압력센서를 이용한 압력 측정 방법에 있어서,

광대역 광원으로부터 출사되는 광이 편광 빔 분배기(2)를 통과하는 단계(S10);

상기 편광 빔 분배기(2)를 통과한 빛이 수직 편광과 수평 편광으로 분리되는 단계(S20);

상기 수직 편광과 수평 편광이 편광 조절기(3; 3a)를 통과하는 단계(S30); 및

상기 수직 편광과 수평 편광이 상기 편광 빔 분배기(2)를 통과하여 결합되어 출사되는 단계(S40)를 포함하되,

압력 챔버(7)의 압력 변화에 따라 상기 광의 파장이 변동되는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서를 이용한 압력 측정방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 압력 챔버(7)의 압력변화는 편광 유지 광섬유(5)에 의해서 측정되는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서를 이용한 압력 측정방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 압력 챔버(7)의 온도 변화는 광섬유 브래그 격자(6)에 의해서 상기 광섬유 압력 센서의 압력 측정 오차를 보상하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서를 이용한 압력 측정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광섬유 압력센서 및 이를 이용한 압력 측정방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 압력 인가 시 출력 간섭 스펙트럼의 파장변화를 통해 압력을 측정할 수 있는 광섬유 압력 센서에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 오늘 날 산업 현장에서는 안전사고를 사전에 예방하기 위해 많은 센서가 사용되고 있으며, 현재까지 새로운 센서들이 개발되고 있다. 그 중 압력 측정 센서는 다양한 산업분야에서 사용된다. 광섬유를 이용해 상기와 같은 센서를 구현한다면, 전자식 센서에 비해 더 작고 가볍게 만들 수 있으며, 전자기 간섭에 대한 영향을 받지 않게 된다. 또한 부식에 강하고, 일반적인 전선보다 수명이 길다는 장점이 있다.

[0003] 특히 이러한 장점을 살리기 위해 편광 유지 광섬유(Polarization-maintaining fiber; PMF)를 이용한다. PMF는 광섬유 코어에 큰 복굴절(birefringence)을 유도함으로써 편광된 입사광의 편광을 광섬유 출력단까지 그대로 유지

시켜 주는 광섬유이다. 광섬유 코어(core)에 복굴절을 유도하는 방법으로는 클래딩(cladding)의 일부분에 팽창율이 다른 스트레스 로드(stress rod)를 삽입하여 코어에 스트레스를 가하는 방법과 코어의 모양을 원형이 아닌 타원형으로 변형시키는 방법이 있다. 이와 같은 PMF의 종류에는 팬더형(panda type), 보우타이형(bow-tie type), 타원클래드형(elliptical clad type) PMF가 있다. 이와 같은 PMF 주변의 온도를 변화시키면, PMF의 물성이 달라지게 된다. 이와 같이 PMF의 물성이 변하는 특징을 이용하면 PMF에 인가되는 다양한 물리량의 변화를 측정할 수 있다.

[0004] 특히 편광 유지 광자 결정 광섬유(polarization-maintaining photonic crystal fiber; PM-PCF)계 기반의 사냐크(sagnac) 복굴절 간섭계(interferometer)는 구조가 간단하고 외부 물리량 변화에 대한 물성 변화민감도가 높으며 입력 편광에 의존하지 않는 특성을 갖고 외부 온도 변화에 둔감하기 때문에 센서부나 센서 복조용 필터(demodulation filter)로 최근 많이 사용되고 있다.

[0005] 하지만 상기 광섬유 압력 센서의 센서부로 쓰이는 PM-PCF의 경우 PMF에 비해 10배 이상 고가이고, 민감도는 절반이하라는 약점을 갖는다. 또한 광섬유의 구조가 주기적인 공기구멍의 배열로 이루어져 있어 일반적인 광섬유와의 용착 접속(fusion splicing)이 어려워 용착 접속 손실이 커지게 되고, 증가된 접속 손실은 센서의 정확도를 저해하는 문제점이 있었다.

[0006] 이와 관련하여 (Appl. Optics. vol.47, pp2835-2839, 2008)에서는 58.4cm 길이의 PM-PCF(polarization-maintaining photonic crystal fiber)로 구성된 사냐크 복굴절 간섭계 구조의 광섬유 압력 센서가 제안되었다. 이 논문에서 측정 범위는 0-0.3MPa까지였으며, 측정된 압력 민감도는 약 3.42nm/MPa이었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로서, PMF를 편광 상이 고리 기반 사냐크 간섭계(Polarization-diversity-loop-based Sagnac interferometer)의 형태로 연결하여 센서부에 압력이 인가될 경우, PMF의 복굴절 특성이 변화하는 것을 이용하여 출력 스펙트럼의 변화를 통해 압력의 변화를 측정할 수 있는 광섬유 압력 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서는, 광대역 광원으로부터 입사된 광을 두 개의 빔으로 분리하는 편광 빔 분배기(polarization beam splitter; PBS), 상기 편광 빔 분배기에서 출사되는 수직 편광과 수평 편광을 갖는 빛이 통과하는 편광 조절기, 편광 유지 광섬유(PMF)와 광섬유 브래그 격자(fiber Bragg grating; FBG)를 내측에 수용하는 압력 챔버, 및 상기 편광 조절기를 통과한 수직 편광과 수평 편광을 갖는 빛이 편광 빔 분배기로 출사되어 입력되는 광 스펙트럼 분석기(optical spectrum analyzer; OSA)를 포함하되, 상기 편광 빔 분배기, 상기 편광 조절기, 상기 편광 유지 광섬유와 광섬유 브래그 격자는 광섬유에 의해 연결되며, 상기 편광 유지 광섬유의 일측과 상기 광섬유 브래그 격자의 일측은 각각 광섬유와 용착 접속되고, 상기 편광 유지 광섬유의 타측과 상기 광섬유 브래그 격자의 타측은 서로 용착 접속되어 있으며, 상기 광섬유는 단일 모드 광섬유, 다중 모드 계단형 광섬유, 다중 모드 언덕형 광섬유 및 대구경 다중 모드 광섬유 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서일 수 있다.

여기서 상기 압력 챔버는 가스 조절기와 연결될 수 있다.

그리고 상기 광대역 광원은 자외선, 가시광선, 적외선의 파장 대역 중에서 선택되는 어느 하나의 전자파를 포함할 수 있다. 또한, 상기 광대역 광원은 발광 다이오드, 유기 발광 다이오드, 태양광, 형광등, 배열등 및 레이저 중에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다.

그리고 상기 편광 유지 광섬유는, 보우 타이형, 팬더형, 타원 클래딩 편광 유지 광섬유 또는 편광 유지 광자 결정 광섬유를 포함할 수 있다.

그리고 상기 압력 챔버로 공급되는 가스는 수소, 질소, 산소, 플루오린, 염소, 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 제논, 및 라돈 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서를 이용한 압력 측정 방법은, 광대역 광원으로부터 출사되는 광이 편광 빔 분배기를 통과하는 단계, 상기 편광 빔 분배기를 통과한 빛이 수직 편광과 수평 편광으로 분리되는 단

계, 상기 수직 편광과 수평 편광이 편광 조절기를 통과하는 단계, 및 상기 수직 편광과 수평 편광이 상기 편광 빔 분배기를 통과하여 결합되어 출사되는 단계를 포함하되, 압력 챔버의 압력 변화에 따라 상기 광의 파장이 변동되는 것을 특징으로 하는 광섬유 압력 센서를 이용한 압력 측정방법일 수 있다.

여기서 상기 압력 챔버의 압력변화는 편광 유지 광섬유에 의해서 측정될 수 있다.

또한 상기 압력 챔버의 온도 변화는 광섬유 브래그 격자에 의해서 상기 광섬유 압력 센서의 압력 측정 오차를 보상하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서는 PMF를 센서부로 사용함으로써, 기존의 광섬유 압력 센서에 비하여 약 4배 이상 향상된 민감도를 가지며, 온도 변화에는 스펙트럼 특성이 변하나 압력에는 변화를 나타내지 않는 FBG를 센서부의 옆에 위치시켜 사용함으로써 외부 온도 변화에 대한 보상을 수행할 수 있다.

[0011] 본 발명에 따른 효과는 상기한 효과에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서의 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 챔버의 구성을 보여주는 개념도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서에서 측정된 출력 투과 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서의 센서 표지자로 사용된 골의 파장 이동 변화를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0014] 이하에서 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력센서에 대하여 설명한다.

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서의 구성을 보여주는 도면이다.

[0016] 도 1을 참조하면, 편광 상이 고리기반 사냥 간섭계(11)의 입력원과 출력원으로 각각 광대역 광원(1)과 OSA(12)가 형성되어 있다. 상기 광대역 광원(1)은 자외선, 가시광선, 적외선의 파장 대역 중에서 선택되는 어느 하나의 전자파를 포함하는 광을 출력하는 광원일 수 있다.

[0017] 상기 광대역 광원은 발광 다이오드(light emitting diode), 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode), 태양광(solar source), 형광등, 백열등 및 레이저 중에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0018] 광섬유 압력센서에 사용되는 광대역 광원은 광(전자파)을 발생하는 모든 형태의 광원이 원칙적으로 사용될 수 있다. 일반적으로 광이 발생하는 원리는 발광성 소재에 전계를 가해서 전계발광(electroluminescence), 형광체에 자외선, 청색, 녹색 등의 빛을 가하여 보다 긴 파장의 빛을 발생시키는 형광(photoluminescence), 고에너지 전자를 충돌시켜 빛을 내는 냉광(cathodeluminescence), 전자와 정공이 재결합하면서 빛을 내는 것(electron-hole recombination) 등이 있다, 상기 광대역 광원(1)에서 출력되는 광은 특정한 범위의 파장을 가지는 빛을 출력하는 것일 수 있다.

[0019] 상기 광대역 광원(1)으로부터 출사되는 광은 PBS(2)로 입력될 수 있다. 상기 PBS(2)는 입사광을 수직 편광과 수평 편광으로 분할하여 출사할 수 있다. 상기 수직 편광은 편광 빔 분배기(2)의 수직 편광 출력 단자(2d)로 출력될 수 있다. 상기 수직 편광 출력단자(2d)는 입사광의 진행 방향에 대하여 수직이며, 지면과 수직인 방향으로 형성될 수 있다. 이에 반해 수평 편광 출력 단자(2c)에서 출사되는 빛의 편광은 입사광의 진행방향에 대하여 수직이며, 지면과 수평한 방향으로 형성될 수 있다. 수평 편광과 수직 편광은 상호 간에 수직되게 형성될 수

있다.

- [0020] 상기 수직 편광과 수평 편광의 빛은 편광 조절기(3, 3a)를 통과하고, 나서 결합될 때도 상기 PBS(2)에서 분리된 형식으로 편광되어 결합될 수 있다.
- [0021] 상기 분해된 두 개의 수직 편광과 수평 편광의 빛은 각각 도 1의 편광조절기로 입사될 수 있다. 상기 PBS(2)와 편광 조절기(3, 3a)는 압력 챔버(7)와 연결될 수 있다. 상기 압력 챔버(7)는 PMF(5)와 FBG(6)을 포함할 수 있다. 상기 PMF(5)는 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서에서 센서부로 기능할 수 있다.
- [0022] 일반적으로 광섬유 코어의 한쪽 방향으로 스트레스를 가하거나 코어의 모양을 타원형으로 하면 광섬유는 복굴절을 가진다. 이와 같이 복굴절을 가지는 광섬유를 PMF라고 한다. 또한 일반 광섬유에서도 제작 과정에서 광섬유의 코어가 완전히 원형이 되지 않으며, 불균일한 스트레스가 가해지기 때문에 미약하지만, 복굴절이 존재할 수 있다.
- [0023] 본 실시예에 따른 편광 상이 고리 기반 사냥 간섭계(11)의 센서부를 구성하는 PMF(5)로는 스트레스 유도 요소(stress-induced element)의 포함 여부에 따라 편광 유지 광모드 영역 광섬유(polarization-maintaining large-mode area), PM-PCF 등이 사용될 수 있다.
- [0024] 더욱이, 광자 결정 광섬유(photonic crystal fiber; PCF)에서 복굴절을 유도시키기 위해 코어 주변으로 배열된 공기 구멍의 구조에 따라 주변과 다른 크기의 공기 구멍이 2개 이상 존재하는 PCF, 주변과 다른 크기의 공기 구멍 지름이 0.1~50 μm 인 PCF, 주변과 다른 크기의 공기 구멍들 간 간격이 0~20 μm 인 PCF 등이 사용될 수 있다.
- [0025] 상기 광섬유 압력 센서는 외부 온도 변화에 의한 압력 측정 오차를 보상하기 위해 센서부인 PMF(5) 주변에 FBG(6)를 설치할 수 있으며, 센서부(5) 주변의 온도가 변화될 경우 PMF의 복굴절로 생성되는 출력 투과 스펙트럼과 FBG의 침투 모양 반사 스펙트럼의 이동 방향이 서로 다르기 때문에 이를 함께 분석하여 온도 변화에 의한 출력 투과 스펙트럼의 이동량을 보정할 수 있다.
- [0026] 각 광학 요소들을 연결하는 단일모드 광섬유(single mode fiber, 4)는 빛을 단일모드로 도파시킬 수 있는 차단 주파수(cut-off frequency)를 갖는 광섬유를 의미한다. 상기 광섬유는 PMF(5), PBS(2), 편광 조절기(3, 3a)들을 서로 연결시켜주는 역할을 할 수 있다. 상기 광섬유(4)의 구조에 따라 단일모드 광섬유(single-mode graded-index fiber), 대구경 다중모드 광섬유(high numerical aperture multi-mode fiber) 등이 사용될 수 있고, 광섬유의 재질에 따라 실리카(silica)계 광섬유, 불소(fluorine)계 광섬유, 희토류(rare-earth material)계 광섬유, 폴리머(polymer)계 광섬유, 연유리 광섬유(flint glass fiber) 등이 사용될 수 있다.
- [0027] 그리고, 광섬유의 제작 방법에 따라 PCF, 다중코어 광섬유(multi-core fiber), 비틀린 광섬유(twisted fiber), 식각된 광섬유(etched fiber), 연마된 광섬유(tapered fiber), 렌즈형 광섬유(lensed fiber), 금속 코팅된 광섬유(metal-coated fiber) 등이 사용될 수 있고, 광섬유의 광학적 특성에 따라 PMF, 비선형 광섬유(nonlinear fiber), 분산 천이 광섬유(dispersion-shifted fiber), 분산 보상 광섬유(dispersion compensation fiber), 비영분산 분산 천이 광섬유(non-zero dispersion-shifted fiber) 등이 사용될 수 있다.
- [0028] 상기 수평편광 출력단자(2c)로 출력된 수평 편광의 빛은 편광 조절기로 입사될 수 있다. 편광 조절기는 1/2 파장판(3) 및 1/4 파장판(3a)을 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 편광 조절기의 조합이외에도 편광 조절기는 벌크형(bulk type) 또는 광섬유형(optical fiber type)으로 마련되어, 1/2 파장판(3) 또는 1/4 파장판(3a) 또는 1/2 파장판(3) 및 1/4 파장판(3a)의 결합으로 구성될 수 있다.
- [0029] 상기 편광 조절기는 벌크형(bulk-type) 복굴절 요소를 사용하는 벌크형 편광 조절기와 광섬유의 스트레스 유도(stress-induced) 복굴절을 이용하는 광섬유형 편광 조절기를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 편광 조절기(3, 3a)는 PMF(5) 또는 PBS(2)와 광섬유(4)로 연결되며, PBS(2)를 통해 분해된 두 개의 수직 편광, 수평 편광의 빛을 제어할 수 있다.
- [0031] 상기 OSA(12)는 상기 편광 상이 고리 기반 사냥 간섭계(11)로부터 출력되는 광 신호를 전기적 신호로 변환하여 출력할 수 있다. 상기 OSA(12)로부터 출력되는 신호로부터 상기 편광 상이 고리 기반 사냥 간섭계(11)를 통과한 광 신호들의 강도와 파장 등을 분석할 수 있다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 챔버의 구성을 보여주는 개념도이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 상기 압력 챔버(7)에서 센서부인 PMF(5)와 온도 보상용으로 사용되는 FBG(6)는 피복(jacket)을 제거한 상태로 단일모드 광섬유(4)와 융착 접속(8)되어 있으며, PMF(5)와 FBG(6)도 서로 융착 접속(8)될 수

있다. 또는 상기 단일 모드 광섬유(4)와 PMF(5) 또는 FBG(6)는 광섬유 패치 코드(patchcord) 또는 기계적 스플라이서(mechanical splicer) 중 적어도 어느 한 방식을 이용하여 연결될 수 있다.

- [0034] 상기 압력 챔버(7)는 압력 챔버의 가스 주입 구멍(7a)와 가스 배출 구멍(7b)을 포함할 수 있다. 상기 가스 주입 구멍(7a)은 가스 조절기(Mass flow controller; MFC, 10)와 연결될 수 있다. 상기 MFC(10)는 주입 가스(9)와 연결될 수 있다. 상기 주입 가스(9)로는 수소(H₂), 질소(N₂), 산소(O₂), 플루오린(F), 염소(Cl₂), 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 제논(Xe), 및 라돈(Rn) 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0035] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서를 이용한 압력 측정방법에 대하여 상술한다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력센서를 이용한 압력 측정방법은 광대역 광원(1)으로부터 출사되는 광이 PBS(2)를 통과하는 단계(S10)와, 상기 PBS(2)를 통과한 빛이 수직 편광과 수평 편광으로 분리되는 단계(S20)와, 상기 수직 편광과 수평 편광이 편광 조절기(3, 3a)를 통과하는 단계(S30) 및 상기 수직 편광과 수평 편광이 상기 PBS(2)를 통과하여 결합되어 출사되는 단계(S40)를 포함할 수 있다. 상기 PBS(2)와 편광 조절기(3, 3a)는 압력 챔버(7)와 연결될 수 있고, 상기 압력 챔버(7)는 PMF(5)와 FBG(6)를 포함할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 측정방법은 상기 압력 챔버(7)의 압력 변화에 따라 상기 광의 파장이 변동되는 것일 수 있다.
- [0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서에서 측정된 출력 투과 스펙트럼을 보여주는 그래프이다. 도 3에서 출력 투과 스펙트럼은 1530 nm에서 1610 nm까지의 범위에서 측정된 것일 수 있다. 또한 도 3에서 주기적으로 산과 골이 반복되는 빗살(comb) 무늬 형태의 스펙트럼은 PMF에 의한 출력 투과 스펙트럼을 나타내고, 협대역의 침두 모양을 띄는 스펙트럼은 FBG에 의한 특정 공진 파장에서의 반사 스펙트럼을 나타낼 수 있다.
- [0039] 도 3을 참조하면, 압력 챔버(7) 내부에 고정된 PMF(5)와 FBG(6)에 압력을 인가하면, PMF(5)의 물성 중 복굴절이 변화되어 편광 상이 고리 기반 사냥 간섭계(11)에서 출력되는 출력 투과 스펙트럼에 파장 천이가 발생할 수 있다. 이와 같이 편광 상이 고리 기반 사냥 간섭계(11)에서 파장 천이가 발생하더라도 FBG(6)에서 반사되는 특정 공진 파장의 침두 모양 스펙트럼은 FBG(6)에 압력이 인가되더라도 파장 천이가 일어나지 않을 수 있다.
- [0040] FBG(6)에서 반사되는 침두 모양 스펙트럼은 주변 온도 변화에 의해서만 파장 변동이 발생할 수 있기 때문에 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서에서 온도 보상용으로 사용될 수 있다.
- [0041] 상술한 바와 같은 방식으로 광섬유 압력 센서의 출력 스펙트럼에서 발생하는 파장 변화를 OSA(12)를 통해 관측하면 외부에서 인가되는 압력을 측정할 수 있다.
- [0042] 도 3에서, 편광 상이 고리 기반 사냥 간섭계(11)에서 측정된 파장 결과를 고찰하면, 압력 측정 범위(0~0.3MPa)에서 압력이 증가할수록 출력 스펙트럼의 파장은 단파장쪽으로 이동된다는 것을 확인할 수 있다. 인가 압력이 0MPa 에서 0.3MPa로 증가되는 동안 출력 투과 스펙트럼은 ~4.5 nm이동하였음을 알 수 있다.
- [0043] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 압력 센서의 센서 표지자(indicator)로 사용된 골의 파장 이동 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0044] 도 4를 참조하면, 압력이 0MPa 일 때, 센서 표지자(indicator)로 선택된 스펙트럼 골(dip)의 파장(~1578.66 nm)을 참조점(reference point)으로 정할 경우, 챔버 내부 압력이 변화될 때 센서 표지자의 변화되는 파장을 알 수 있다.
- [0045] 도 4에서 인가 압력이 증가할수록 출력 투과 스펙트럼 골은 단파장 쪽으로 이동하였고, 인가 압력에 대한 센서 표지자의 파장 변화는 매우 선형적이라는 것을 알 수 있다..
- [0046] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0047] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

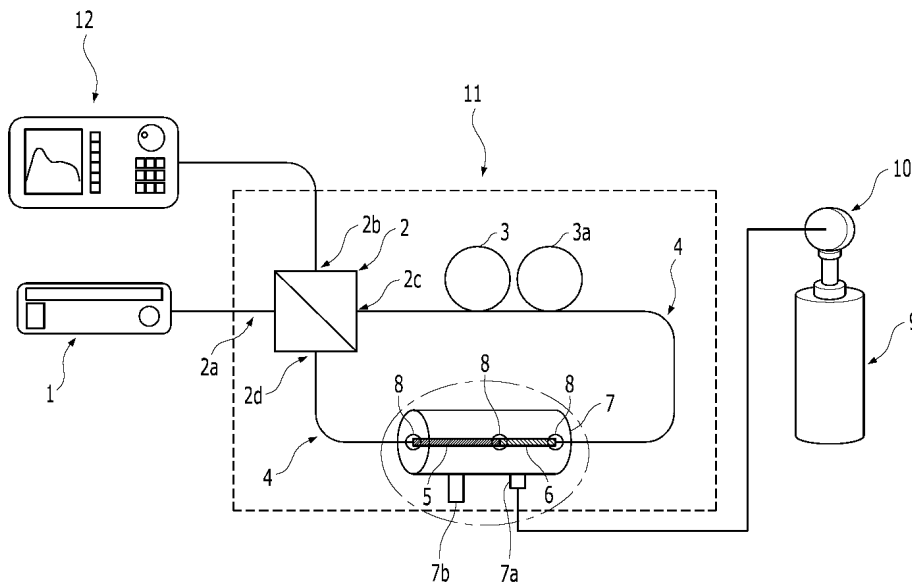
부호의 설명

[0048]

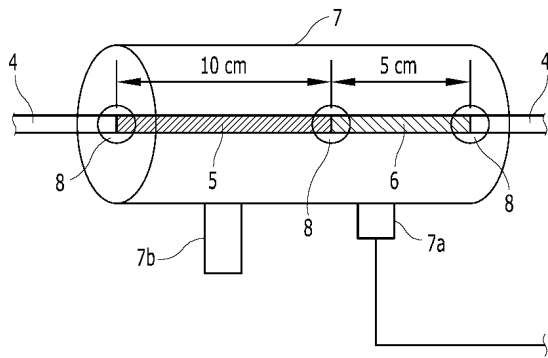
- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1: 광대역 광원, | 2: 편광 빔 분배기 |
| 2a: 편광 빔 분배기의 입력단자 | 2b: 편광 빔 분배기의 출력단자 |
| 2c: 편광 빔 분배기의 수평 편광 출력단자 | |
| 2d: 편광 빔 분배기의 수직 편광 출력단자 | |
| 3: 1/2 파장판 | 3a: 1/4 파장판 |
| 4: 단일 모드 광섬유 | 5: 편광 유지 광섬유 |
| 6: 광섬유 브래그 격자 | 7: 압력 챔버 |
| 7a: 압력 챔버의 가스 주입 구멍 | 7b: 압력 챔버의 가스 배출 구멍 |
| 8: 광섬유 용착 접속 지점 | 9: 주입 가스 |
| 10: 가스 조절기 | |
| 11: 편광 상이 고리기반 사냥 간섭계 | |
| 12: 광 스펙트럼 분석기 | |

도면

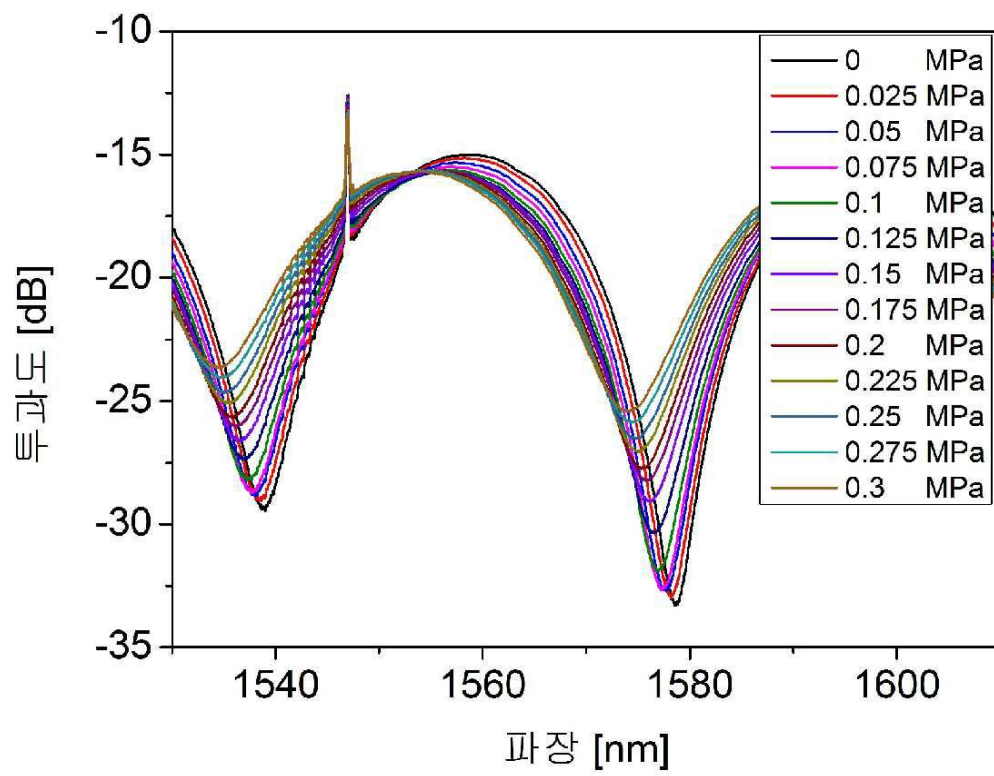
도면1



도면2



도면3



도면4

