(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0007691
(43) 공개일자 2013년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/20 (2006.01) *G02B 5/30* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0062528
(22) 출원일자 2011년06월27일
심사청구일자 2011년06월27일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
이용욱
부산광역시 남구 황령대로319번가길 190-6, 103동 1003호 (대연동, 대우그린아파트)
(74) 대리인
특허법인 하나, 홍장원, 안상희, 남준욱

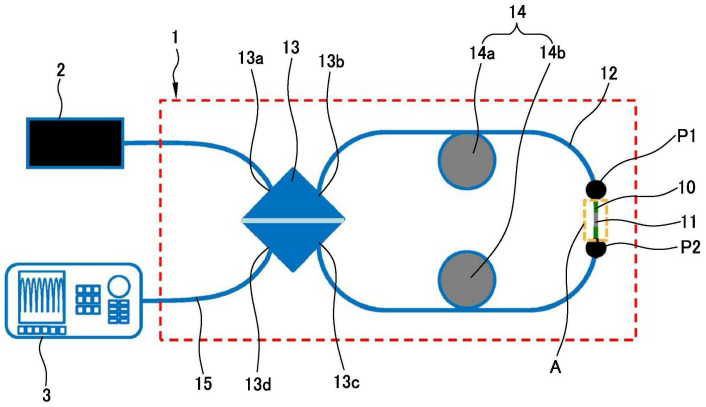
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **광섬유 다파장 필터 및 이를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일실시예는 편광 유지 광섬유(polarization-maintaining optical fiber)가 편광 상이 루프 구조(polarization-diversity loop configuration)로 연결된 광섬유 다파장 필터로서, 상기 편광 유지 광섬유에 인접한 코일형 히터를 포함하며, 상기 코일형 히터에 주입되는 전류를 통해 상기 편광 유지 광섬유 주변의 온도를 조절할 수 있는 것인 광섬유 다파장 필터를 제공한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010T100100372

부처명 지식경제부

연구사업명 지식경제기술혁신사업

연구과제명 스마트 그리드용 고효율 고온 초전도 전력기기의 퀜치 모니터링을 위한 광섬유 기반 다중점 저온 센서 시스템의 개발

주관기관 부경대학교

연구기간 2010.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

편광 유지 광섬유(polarization-maintaining optical fiber)가 편광 상이 루프 구조(polarization-diversity loop configuration)로 연결된 광섬유 다파장 필터로서,

상기 편광 유지 광섬유에 마련된 코일형 히터를 포함하며,

상기 코일형 히터에 주입되는 전류를 통해 상기 편광 유지 광섬유 주변의 온도를 조절할 수 있는 것인 광섬유 다파장 필터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 편광 상이 루프 구조는, 편광 빔 분배기(polarization beam splitter)와 편광 조절기(polarization controller)를 포함하여 구성되는 것인 광섬유 다파장 필터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 편광 조절기는 1/2 파장판(half-wave plate) 및 1/4 파장판(quarter-wave plate)을 포함하여 구성되는 것인 광섬유 다파장 필터.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 코일형 히터는 상기 편광 유지 광섬유의 주변에 복수회 권취된 코일을 포함하며, 상기 편광 유지 광섬유는 상기 코일이 설치된 부분에는 피복되지 않은 것인 광섬유 다파장 필터.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 코일은 니켈(Ni), 크롬(Cr), 카본(C), 석영(SiO_2), 스테인레스스틸(stainless steel), 테프론(teflon), 티타늄(Ti), 구리(Cu), 철(Fe), 알루미늄(Al), 아연(Zn), 황동(Bs), 운모(mica) 또는 이들의 합금 중 하나 이상을 포함하는 재료로 이루어지는 것인 광섬유 다파장 필터.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 편광 유지 광섬유는 보우타이형(bow-tie type) 편광 유지 광섬유, 팬더형(panda type) 편광 유지 광섬유, 타원코어형(elliptical core type) 편광 유지 광섬유, 타원클래딩형(elliptical cladding type) 편광 유지 광섬유, 편광 유지 광자결정 광섬유(polarization-maintaining photonic-crystal fiber) 중 하나 이상을 포함하여 구성되는 것인 광섬유 다파장 필터.

청구항 7

편광 유지 광섬유 및 상기 편광 유지 광섬유에 마련된 코일형 히터를 포함하는 광섬유 다파장 필터를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법으로서,

상기 코일형 히터에 주입되는 전류를 통해 상기 편광 유지 광섬유 주변의 온도를 조절함으로써, 필터 출력 스펙트럼 상의 파장을 튜닝하는 것인 스펙트럼 파장 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 편광 유지 광섬유는 편광 상이 루프 구조로 연결되는 것인 스펙트럼 파장 제어 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 코일형 히터는 상기 편광 유지 광섬유의 주변에 복수회 권취된 코일을 포함하며, 상기 편광 유지 광섬유는 상기 코일이 설치된 부분에는 피복되지 않은 것인 스펙트럼 파장 제어 방법.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 편광 유지 광섬유 주변의 온도를 조절함으로써, 상기 편광 유지 광섬유의 복굴절이 조절되어, 필터 출력 스펙트럼 상의 첨두 혹은 골의 파장을 연속적으로 튜닝할 수 있는 것인 스펙트럼 파장 제어 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광섬유 다파장 필터 및 이를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 스펙트럼 상의 파장 튜닝이 가능한 편광 상이 루프 구조를 갖는 광섬유 다파장 필터 및 이를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광통신 시스템에서 다파장 광원(multiwavelength light sources) 또는 전광섬유 파장 선택성 필터(all-fiber wavelength-selective filters)는 늘어나는 대역폭(bandwidth) 요구량을 만족시키기 위한 주요 소자로 많은 관심을 받아왔다. 이러한 소자 중 광섬유 필터는 파장 분할 다중화(wavelength-division-multiplexing) 네트워크에서 파장 분기(wavelength routing)를 위한 핵심 요소로 사용된다. 광섬유 필터에 있어서, 필터의 파장 간격(wavelength spacing)을 유지하면서 파장 분할 다중화 네트워크의 ITU-그리드(grid) 규격 파장으로 절대 파장(absolute wavelength) 위치를 정밀하게 조정하는 것은 중요한 의미를 갖는다.

[0003] 특히, 광섬유 다파장 필터는 설계 및 사용의 편의성 때문에 많은 연구가 이루어져 왔다. 이러한 광섬유 다파장 필터의 채널 절대 파장을 제어하기 위해 기계적 방식이나 편광 제어(polarization control) 방식 등이 제안되었다.

[0004] 편광 유지 광섬유를 이용하여 간섭 스펙트럼을 형성하는 광섬유 다파장 필터의 경우, 편광 유지 광섬유에 기계적인 방식으로 장력(strain)을 인가하여 복굴절 (birefringence)을 변화시키거나, 편광 제어 기법을 적용하여 주 편광(principal polarization) 성분들간 위상차(phase difference)를 조절함으로써 필터 채널의 파장의 튜닝을 구현하였다. 그러나, 이러한 기계적 방식은 반복적인 동작시 편광 유지 광섬유의 내구성을 저하시킬 수 있다. 또한 편광 제어 방식은 고차 구조 필터에서는 필터의 파장 튜닝에 적용이 불가능하다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 그 목적은 스펙트럼 상의 파장 튜닝이 가능한 편광 상이 루프 구조를 갖는 광섬유 다파장 필터 및 이를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예에 의하면, 편광 유지 광섬유(polarization-maintaining optical fiber)가 편광 상이 루프 구조(polarization-diversity loop configuration)로 연결된 광섬유 다파장 필터로서, 상기 편광 유지 광섬유에 인접한 코일형 히터를 포함하며, 상기 코일형 히터에 주입되는 전류를 통해 상기 편광 유지 광섬유 주변의 온도를 조절할 수 있는 것인 광섬유 다파장 필터를 제공한다.

[0007] 본 발명의 일실시예에서, 상기 편광 상이 루프 구조는, 편광 빔 분배기(polarization beam splitter)와 편광 조절기(polarization controller)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0008] 본 발명의 일실시예에서, 상기 편광 조절기는 1/2 파장판(half-wave plate) 및 1/4 파장판(quarter-wave plate)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0009] 본 발명의 일실시예에서, 상기 코일형 히터는 상기 편광 유지 광섬유의 주변에 복수회 권취된 코일을 포함하며, 상기 편광 유지 광섬유는 상기 코일이 설치된 부분에는 피복되지 않은 것일 수 있다.

[0010] 본 발명의 일실시예에서, 상기 코일은 니켈(Ni), 크롬(Cr), 카본(C), 석영(SiO_2), 스테인레스스틸(stainless steel), 테프론(teflon), 티타늄(Ti), 구리(Cu), 철(Fe), 알루미늄(Al), 아연(Zn), 황동(Bs), 운모(mica) 또는 이들의 합금 중 하나 이상을 포함하는 재료로 이루어질 수 있다.

[0011] 본 발명의 일실시예에서, 상기 편광 유지 광섬유는 보우타이형(bow-tie type) 편광 유지 광섬유, 팬더형(panda type) 편광 유지 광섬유, 타원코어형(elliptical core type) 편광 유지 광섬유, 타원클래딩형(elliptical cladding type) 편광 유지 광섬유, 편광 유지 광자결정 광섬유(polarization-maintaining photonic-crystal fiber) 중 하나 이상을 포함하여 구성될 수 있다.

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예에 의하면, 편광 유지 광섬유 및 상기 편광 유지 광섬유에 인접한 코일형 히터를 포함하는 광섬유 다파장 필터를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법으로서, 상기 코일형 히터에 주입되는 전류를 통해 상기 편광 유지 광섬유 주변의 온도를 조절함으로써, 필터 출력 스펙트럼 상의 파장을 튜닝하는 것인 스펙트럼 파장 제어 방법을 제공한다.

[0013] 본 발명의 일실시예에서, 상기 편광 유지 광섬유는 편광 상이 루프 구조로 연결되는 것일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에서, 상기 코일형 히터는 상기 편광 유지 광섬유의 주변에 복수회 권취된 코일을 포함하며, 상기 편광 유지 광섬유는 상기 코일이 설치된 부분에는 피복되지 않은 것일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일실시예에서, 상기 편광 유지 광섬유 주변의 온도를 조절함으로써, 상기 편광 유지 광섬유의 복굴절이 조절되어, 필터 출력 스펙트럼 상의 첨두 혹은 골의 파장을 연속적으로 튜닝하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 실시예에 의하면, 편광 상이 루프 구조 기반 광섬유 다파장 필터에서 편광 유지 광섬유에 코일형 히터를 설치함으로써, 주입 전류 조절을 통해 간단히 필터의 채널 파장을 튜닝할 수 있다. 따라서, 종래의 기계적 파장 제어 방식에 비해 필터의 내구성 저하를 막을 수 있으며, 판형 히터를 사용하는 방식에 비해 균일한 열전달을 통해 선형적인 파장 튜닝을 구현할 수 있다. 또한, 편광 조절 방식으로는 불가능하였던 고차구조 광섬유 다파장 필터에서의 파장 튜닝도 구현할 수 있다.

[0017] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 편광 유지 광섬유를 편광 상이 루프 구조로 연결하여 구성되는 광섬유 다파장 필터의 개념도이다.

도 2는 전류 조절로 광섬유 다파장 필터의 파장 튜닝을 구현하기 위해 편광 유지 광섬유 부분에 제작된 코일형 히터의 개념도이다.

도 3은 파장에 따른 필터 투과 스펙트럼의 변화를 측정한 그래프이다.

도 4는 주입 전류에 따른 편광 유지 광섬유 주변 온도의 변화를 측정한 그래프이다.

도 5는 주입 전류에 따른 필터 투과 스펙트럼 상의 특정한 골의 파장의 변화를 측정한 그래프이다.

도 6은 도 5에 나타낸 측정 결과를 주입 전류의 제곱에 대한 상기 골의 파장 변위로 재도시한 그래프이다.

도 7은 주입 전류를 0.4 A로 고정한 상태에서 필터의 투과 스펙트럼을 30분간 3분 간격으로 반복 측정한 그래프이다.

도 8은 도 7에 나타낸 측정 결과에서 점선 원으로 표시된 골의 시간에 대한 파장 변위와 그에 해당하는 편광 유

지 광섬유 주변 온도의 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적 또는 광학적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0021] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 광섬유 다파장 필터(1)의 구성을 도 1 및 도 2를 참조하여 설명하기로 한다. 참고로, 본 명세서에서 광섬유 다파장 필터를 간단히 필터라고 칭하기도 한다.

[0022] 도 1은 편광 유지 광섬유를 편광 상이 루프 구조로 연결하여 구성되는 광섬유 다파장 필터의 개념도이며, 도 2는 전류 조절로 광섬유 다파장 필터의 파장 튜닝을 구현하기 위해 편광 유지 광섬유 부분에 제작된 코일형 히터의 개념도이다. 도 2는 도 1의 A부분의 확대도로 이해하면 된다.

[0023] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 광섬유 다파장 필터(1)는 편광 유지 광섬유(10)가 편광 상이 루프 구조로 연결되어 구성되며, 편광 유지 광섬유(10)에 인접한 코일형 히터(11)를 포함한다. 편광 유지 광섬유(10)는 2개의 융착 접속 지점(P1, P2)에서 폐회로 형태의 단일 모드 광섬유(12)와 접속할 수 있다. 이러한 단일 모드 광섬유(12)를 통해 각종 광학요소, 예컨대 편광 빔 분배기(13) 및 편광 조절기(14)가 연결되어 편광 상이 루프 구조를 이루게 된다.

[0024] 편광 유지 광섬유(10)는 필터의 간섭 스펙트럼을 생성하기 위한 복굴절 요소로서 사용된다. 편광 유지 광섬유는 보우타이형(bow-tie type) 편광 유지 광섬유, 팬더형(panda type) 편광 유지 광섬유, 타원코어형(elliptical core type) 편광 유지 광섬유, 타원클래딩형(elliptical cladding type) 편광 유지 광섬유, 및 편광 유지 광자결정 광섬유(polarization-maintaining photonic-crystal fiber) 중 어느 하나 또는 이들의 조합일 수 있으나, 이러한 예로 한정되는 것은 아니다.

[0025] 코일형 히터(11)는 전류 주입을 통해 편광 유지 광섬유(10) 주변의 온도를 조절하기 위해, 편광 유지 광섬유(10)에 인접하여 설치된다. 편광 유지 광섬유(10)와 코일형 히터(11)의 상세는 도 2를 참조하여 후술하기로 한다.

[0026] 단일 모드 광섬유(12)는 각 광학요소들을 연결하며, 광을 단일 모드로 도파시킬 수 있는 차단 주파수(cut-off frequency)를 갖는 광섬유를 의미한다.

[0027] 편광 빔 분배기(13)는 입력 광원을 두 직교 편광 성분의 빛으로 나누어 편광 상이 루프 구조 기반 광섬유 다파장 필터(1)를 구현하기 위해 사용된다.

[0028] 편광 조절기(14)는 1/2 파장판(14a)과 1/4 파장판(14b)으로 구성될 수 있다. 편광 조절기(14)는 필터의 다파장(간섭) 스펙트럼의 가시도(visibility)를 조절하는 역할을 수행한다.

[0029] 본 발명의 실시예에서 광섬유 다파장 필터(1)는 편광 빔 분배기(13)를 통해 광대역 광원(broadband source)(2) 및 광 스펙트럼 분석기(optical spectrum analyzer)(3)에 연결될 수 있다. 편광 빔 분배기(13)와 광대역 광원(2) 및 광 스펙트럼 분석기(3)는 단일 모드 광섬유(15)를 통해 연결될 수 있다.

[0030] 편광 빔 분배기(13)의 제1 단자(13a)는 광대역 광원(2)과 연결되어 광섬유 다파장 필터(1)의 입력으로 사용되는 단자이다. 편광 빔 분배기(13)의 제2 단자(13b)는 제1 단자(13a)로 인력되는 광의 수직 편광 성분이 출력되는 단자이다. 편광 빔 분배기(13)의 제3 단자(13c)는 제1 단자(13a)로 인력되는 광의 수평 편광 성분이 출력되는 단자이다. 편광 빔 분배기(13)의 제4 단자(13d)는 광섬유 다파장 필터(1)의 출력으로 사용되는 단자로서, 광 스펙트럼 분석기(3)와 연결된다.

[0031] 한편, 도시하지는 않았으나, 편광 유지 광섬유(10) 주변의 온도는 열전쌍(thermocouple)으로 측정할 수 있다. 이러한 광대역 광원(2), 광 스펙트럼 분석기(3), 및 열전쌍을 이용하여, 편광 유지 광섬유의 주변 온도 변화에 따른 필터의 광 스펙트럼 변화를 측정할 수 있다. 한편, 열전쌍 이외의 방법으로 편광 유지 광섬유(10) 주변의

온도를 측정할 수도 있음은 물론이다.

[0032] 도 2에 도시된 바와 같이, 코일형 히터(11)는 편광 유지 광섬유(10)의 주변에 복수회 권취된 코일(11a)을 포함한다. 코일(11a)은 전류원(4)에 연결되어 전류를 공급받을 수 있다. 코일은 니켈(Ni), 크롬(Cr), 카본(C), 석영(SiO_2), 스테인레스스틸(stainless steel), 테프론(teflon), 티타늄(Ti), 구리(Cu), 철(Fe), 알루미늄(Al), 아연(Zn), 황동(Bs), 운모(mica) 또는 이들의 합금 중 하나 이상을 포함하는 재료로 이루어질 수 있으나, 이러한 재료로 한정되는 것은 아니다.

[0033] 구체적인 실험예로서, 250 mm 길이의 편광 유지 광섬유(10) 중앙부의 피복을 50 mm 길이로 제거한 뒤, 피복이 제거된 부분에 직경이 0.07 mm인 에나멜선을 1.25 mm 간격으로 40회 감아 코일(11a)을 형성할 수 있다. 코일(11a)의 양단에 연결된 전류원(4)으로 전류를 주입하면서 편광 유지 광섬유(10) 주변의 온도를 변화시켜 그 복굴절을 조절함으로써 광섬유 다파장 필터(1)의 출력 파장을 튜닝할 수 있다.

[0034] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 광섬유 다파장 필터를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법을 설명하기로 한다.

[0035] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같은 편광 유지 광섬유(10) 및 이 편광 유지 광섬유(10)에 인접한 코일형 히터(11)를 포함하는 광섬유 다파장 필터(1)를 이용하여 필터 출력 스펙트럼의 파장을 제어하게 된다. 코일형 히터(11)에 주입되는 전류를 통해 편광 유지 광섬유(10) 주변의 온도를 조절함으로써, 필터 출력 스펙트럼 상의 파장을 튜닝할 수 있다.

[0036] 구체적으로, 편광 유지 광섬유(10)의 주변에 권취된 코일(11a)을 포함하는 코일형 히터(11)에 전류원(4)으로부터 전류를 인가하면, 코일(11a)에 발생하는 줄열(Joule heat)에 의하여 편광 유지 광섬유(10) 주변의 온도가 변화된다. 이를 통해 필터 투과 스펙트럼(transmission spectrum) 또는 필터 출력 스펙트럼의 파장 변화가 유도된다. 즉, 스펙트럼 상의 첨두 혹은 골의 파장을 연속적으로 튜닝할 수 있게 된다.

[0037] 이와 같이 본 발명의 실시예에 의한 광섬유 다파장 필터 및 이를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법을 사용할 경우, 코일형 히터(11)에 인가되는 전류 조절에 의하여 간단히 필터의 채널 파장을 튜닝할 수 있다. 이는 전압에 의한 파장 제어에 비해 구성 및 작동이 간단하고 신뢰성이 높다. 또한, 필터의 내구성도 우수하다. 그리고, 코일형 히터(11)를 사용함으로써 균일한 열전달을 통한 선형적인 파장 튜닝이 가능하게 되며, 이에 대한 상세는 후술하기로 한다.

[0038] 다음으로, 본 발명의 실시예에 의한 광섬유 다파장 필터 및 이를 이용한 스펙트럼 파장 제어 방법의 실험결과를 설명하기로 한다.

[0039] 도 3은 파장에 따른 필터 투과 스펙트럼의 변화를 측정한 그래프이다.

[0040] 측정에 사용된 광 스펙트럼 분석기(3)의 해상도(resolution bandwidth)는 0.07 nm이었고, 필터의 투과 스펙트럼은 1550 nm ~ 1590 nm의 파장영역에서 관측되었다. 그래프에서 알 수 있는 바와 같이, 전류가 증가할수록 스펙트럼 상의 골의 위치는 단파장 쪽으로 이동하게 되는데, 이러한 단파장 천이(blue shift)는 간섭 스펙트럼의 파장 간격(주기)이 감소하였다는 것을 의미한다. 필터 제작에 사용된 편광 유지 광섬유(10)의 길이와 복굴절을 각각 L과 B라고 하면, 필터의 파장 간격 $Dl(=l_2-l_1)$는 다음 수학식 1과 같이 표현된다. 여기서, l_1 과 l_2는 파장 간격을 결정하는 두 골의 파장이다.

[0041] [수학식 1] $Dl = (l_2-l_1)/BL$

[0042] 즉, 필터의 파장 간격은 복굴절에 거의 반비례하는 양이므로, 필터의 파장 간격이 감소하였다는 것은 전류 증가로 발생된 열에 의해 편광 유지 광섬유(10)의 복굴절이 증가했다는 것을 의미한다. 도 3에서 입력 전류가 0 A에서 0.75 A로 변화되는 동안 투과 스펙트럼은 약 한 주기 이동하였으며, 필터의 파장 간격은 약 19.36 nm로 측정되었다. 즉, 전류 조절로 편광 유지 광섬유(10) 주변 온도를 변화시켜 온도에 민감한 편광 유지 광섬유(10)의 복굴절을 제어함으로써 필터의 채널 파장 튜닝이 가능하게 된다.

[0043] 도 4는 주입 전류에 따른 편광 유지 광섬유 주변 온도의 변화를 측정한 그래프이다.

[0044] 이 그래프는 필터 내 편광 유지 광섬유(10)의 주변에 설치된 열전쌍에서 측정된 주입 전류 증가에 따른 온도 변화 양상을 보여주고 있다. 에나멜선으로 만든 코일(11a)에 주입한 전류가 증가함에 따라 코일(11a)에 발생되는 줄열이 증가하여 편광 유지 광섬유(10) 주변의 온도가 증가하였다.

[0045] 도 5는 주입 전류에 따른 필터 투과 스펙트럼 상의 특정한 골의 파장의 변화를 측정한 그래프이고, 도 6은 도 5

에 나타낸 측정 결과를 주입 전류의 제곱에 대한 상기 골의 파장 변위로 재도시한 그래프이다.

[0046] 구체적으로 도 5는 도 3의 점선 원으로 표시한 골 부분의 파장 이동 특성을 측정한 결과이다. 도 6은 주입 전류의 제곱과 골의 파장 사이의 선형적인 관계를 살펴보기 위해, 0 A에서의 골의 파장 1585.32 nm를 기준으로 각 주입 전류 제곱 값에서 얻어지는 골의 파장이 기준 파장(1585.32 nm)에서 벗어나 이동된 변위를 y축 에 나타낸 것이다. 도 6에서 알 수 있듯이 골의 파장 변위는 주입 전류의 제곱과 거의 정비례 관계인 것을 확인할 수 있으며, 이는 발생되는 줄열(온도)이 주입 전류의 제곱에 비례하기 때문으로 생각할 수 있다. 도 6에서 주입 전류에 대한 파장 이동 비율은 약 36.79 nm/A^2으로 계산되며, 1 A의 주입 전류에 의해 필터 파장 간격인 19.36 nm의 약 1.9배에 해당하는 파장 변화가 발생한다.

[0047] 도 7은 주입 전류를 0.4 A로 고정한 상태에서 필터의 투과 스펙트럼을 30분간 3분 간격으로 반복 측정한 그래프이고, 도 8은 도 7에 나타낸 측정 결과에서 점선 원으로 표시된 골의 시간에 대한 파장 변위와 그에 해당하는 편광 유지 광섬유 주변 온도의 변화를 나타낸 그래프이다.

[0048] 골의 파장은 30분 동안 ~0.49 nm가 변화하였고, 이는 필터 파장 간격의 2.53% 정도에 해당한다. 이러한 골의 파장 이탈(deviation)은 외란(external perturbation)에 의한 미세한 주변 온도의 변화로 편광 유지 광섬유(10) 주변의 평형 온도가 약간씩 변화되어 발생한 것으로 유추된다.

[0049] 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.

[0050] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 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.

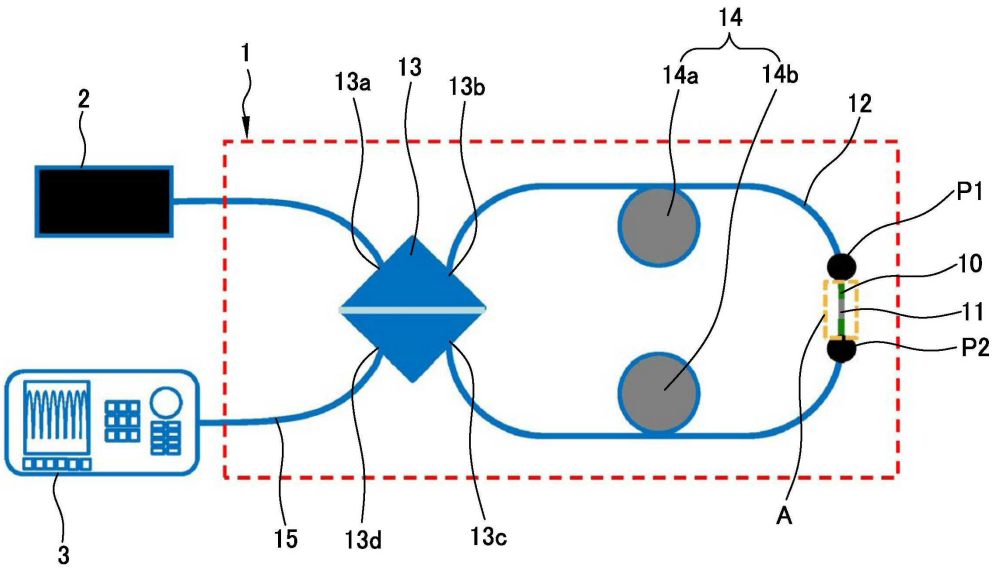
부호의 설명

[0051]

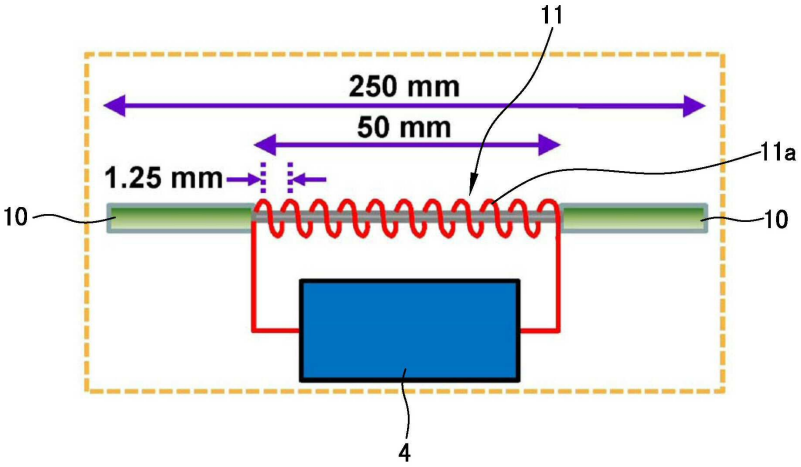
1:	광섬유 다파장 필터	10:	편광 유지 광섬유
11:	코일형 히터	12:	단일 모드 광섬유
13:	편광 빔 분배기	14:	편광 조절기

도면

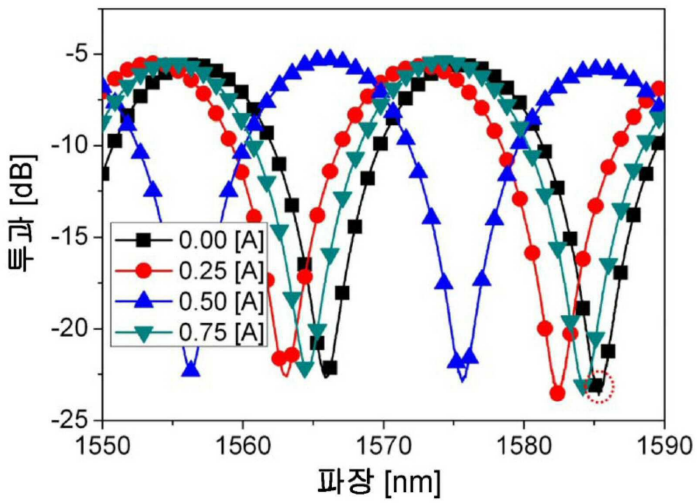
도면1



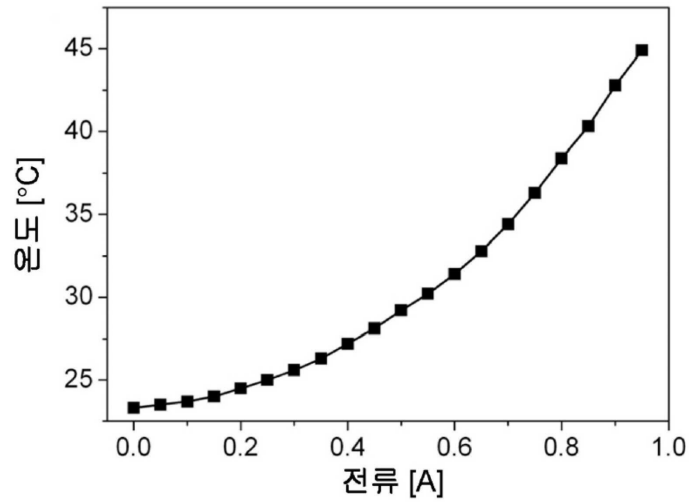
도면2


11
250 mm
50 mm
1.25 mm
11a
10
10
4

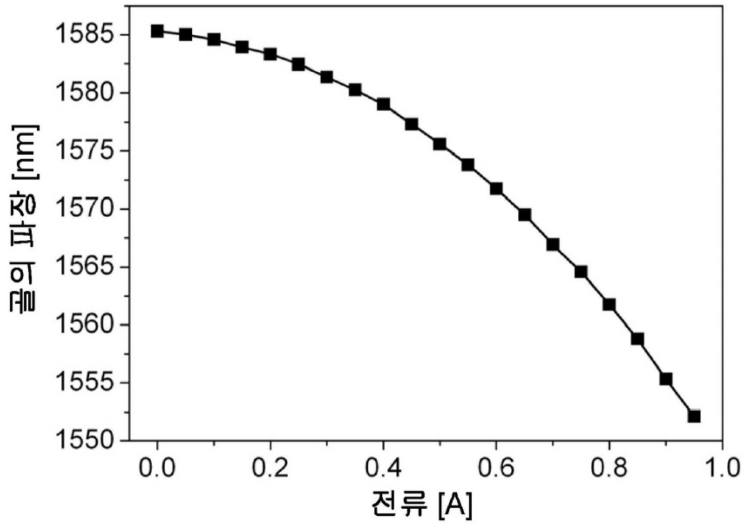
도면3


-5
-10
-15
-20
-25
투과 [dB]
0.00 [A]
0.25 [A]
0.50 [A]
0.75 [A]
1550
1560
1570
1580
1590
파장 [nm]

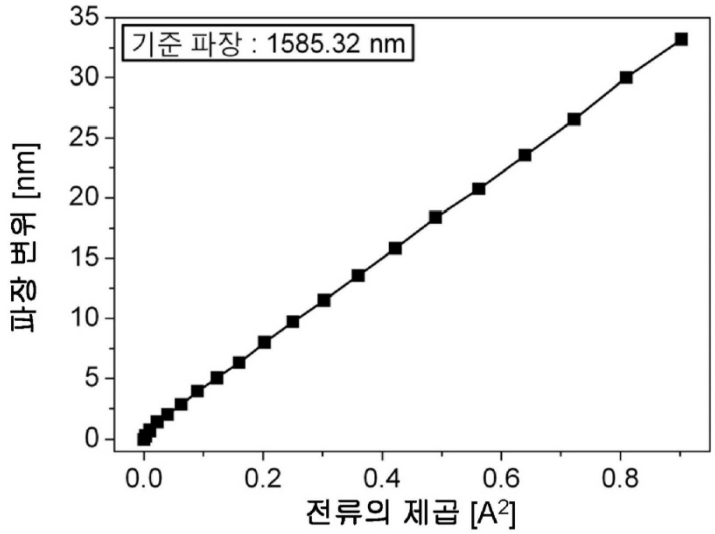
도면4


45
40
35
30
25
온도 [°C]
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
전류 [A]

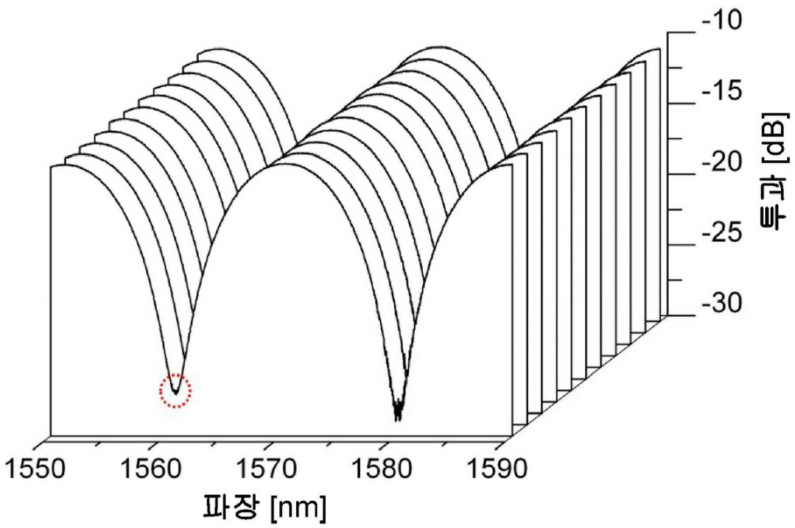
도면5


1585
1580
1575
1570
1565
1560
1555
1550
출의 파장 [nm]
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
전류 [A]

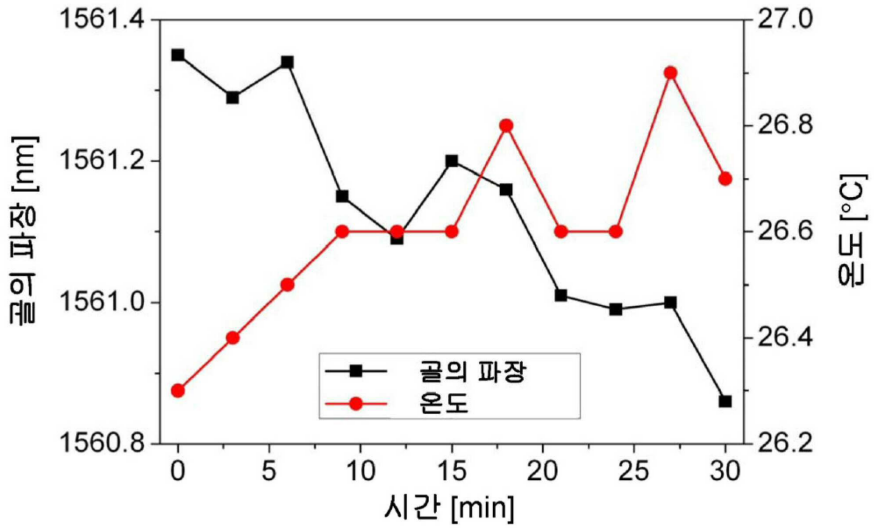
도면6


기준 파장 : 1585.32 nm
파장 변위 [nm]
전류의 제곱 [A2]
0
5
10
15
20
25
30
35
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8

도면7


-10
-15
-20
-25
-30
투과 [dB]
1550
1560
1570
1580
1590
파장 [nm]

도면8


1561.4
1561.2
1561.0
1560.8
골의 파장 [nm]
27.0
26.8
26.6
26.4
26.2
온도 [°C]
0
5
10
15
20
25
30
시간 [min]
골의 파장
온도