(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[6]
G01B 9/02

(11) 공개번호 특2000-0023464
(43) 공개일자 2000년04월25일

(21) 출원번호	10-1999-0041322
(22) 출원일자	1999년09월27일
(30) 우선권주장	60/101,592 1998년09월24일 미국(US)
(71) 출원인	토마스 앤드 베츠 인터내셔널, 인코포레이티드 미국, 89431 네바다, 스파크스, 릴라드 드라이브 250
(72) 발명자	콤브이.크라이안 미국,매사추세츠02476,알링톤,매사추세츠애비뉴276아파트102
(74) 대리인	김윤배, 이범일

심사청구 : 없음

(54) 비대칭 커플러로 제작한 광섬유 마하-젠더 간섭계

요약

본 발명의 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계는, 제1결합영역 및 제2결합영역에서 결합되는 제1 및 제2광섬유를 갖추고 있다. 이들 제1 및 제2광섬유는 제1 및 제2결합영역 사이에 2개의 간섭아암(interfering arm)을 형성한다. 비대칭을 형성하기 위해서, 상기 결합영역중 하나에서의 제1광섬유의 일부의 전파정수를 그 결합영역에서의 제2광섬유의 일부의 전파정수와 다르게 하고 있다. 이러한 비대칭구조는 더 큰 파장범위에 걸쳐 30dB 분리를 제공한다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 비대칭 마하-젠더 간섭계의 개략설명도,

도 2는 종래 기술의 대칭 커플러의 측정된 스펙트럼 응답의 그래프,

도 3은 대칭 커플러로 제작한 종래 기술의 마하-젠더 간섭계에서의 부가 섬유의 측정된 스펙트럼 응답의 그래프,

도 4는 본 발명에 이용된 비대칭 커플러의 측정된 스펙트럼 응답의 그래프,

도 5는 본 발명에 따른 마하-젠더 간섭계의 측정된 스펙트럼 응답의 그래프,

도 6은 본 발명에 따른 점대칭 마하-젠더 간섭계의 개략설명도,

도 7a~도 7e는 본 발명에 따른 점대칭 마하-젠더 간섭계의 동작을 설명하기 위한 그래프,

도 8은 본 발명에 따른 선대칭 마하-젠더 간섭계의 개략설명도,

도 9a~도 9e는 본 발명에 따른 선대칭 마하-젠더 간섭계의 동작을 설명하기 위한 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 비대칭 커플러로 제작한 광섬유 마하-젠더 간섭계(Mach-Zehnder interferometer: MZI)에 관한 것이다.

파장 분할 멀티플렉서/디멀티플렉서는 광섬유 마하-젠더 간섭계로 제작할 수 있다. MZI는 한쌍의 대칭 커플러로 제작된다. 동일한 섬유 브래그 격자(fiber Bragg grating: FBG)는 커플러 사이의 간섭아암(interfering arm)에 새겨져 있다. 섬유 브래그 격자(FBG)는 섬유상에 선택성의 파장을 반사하는 섬유

코어(fiber core)에서의 굴절률의 변화이다.

예컨대, 디멀티플렉서로서 파장을 드롭(drop)하거나 혹은 추출하도록 하는 MZI의 동작에 있어서, 몇몇 채널 또는 파장(λ1, λ2, λ3, λ4, λ5)을 반송하는 신호는 제1커플러의 제1섬유로 입력된다. 다른 수의 채널, 예컨대 4나 8채널이 커플러로 입력되어도 좋다. 그 신호는 커플러에서 양 아암을 지나도록 분할된다. 동일한 FBG는 선택된 주파수, 예컨대 λ4에서 공명(共鳴)한다. 따라서, FBG에서는 λ4가 제1커플러를 통과하도록 역으로 반사되고, 제1커플러의 제2섬유에 추출된다. 나머지 파장(λ1, λ2, λ3, λ5)은 제2커플러를 통과하여 제2커플러의 제2섬유에 출력된다.

예컨대, 멀티플렉서로서 파장을 부가하거나 혹은 삽입하도록 하는 동작에 있어서, 파장(λ4)을 갖는 신호는 제2커플러에서 제1섬유에 삽입된다. 여러 가지 파장(λ1, λ2, λ3, λ5)의 신호는 제1커플러의 제1섬유로 입력된다. 디멀티플렉서에 대해 상술한 바와 같이, λ4는 FBG에서 반사된다. 그후, λ4는 제2커플러의 제2섬유에 출력된다. 따라서, 제2커플러의 출력은 모든 파장(λ1, λ2, λ3, λ4, λ5)을 포함한다.

대칭 커플러로 제작한 전형적인 마하-젠더 간섭계에서는, 30dB 분리가 소망하는 파장에 관해 ±20㎚의 범위로 제한된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은, 소망하는 파장에 관해 더 넓은 파장범위에 걸쳐 30dB 분리를 허용하는 비대칭 커플러로 제작한 광섬유 마하-젠더 간섭계를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

특히, 본 발명의 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계는, 제1결합영역 및 제2결합영역에서 결합되는 제1 및 제2광섬유를 구비하고 있다. 이들 제1 및 제2광섬유는 제1 및 제2결합영역 사이에 2개의 간섭아암을 형성한다. 비대칭을 형성하기 위해서, 상기 결합영역중 하나, 예컨대 제1결합영역에서의 제1광섬유의 일부의 전파정수(propagation constant)를 그 결합영역에서의 제2광섬유의 일부의 전파정수와 다르게 하고 있다. 상기 제1광섬유의 전파정수 및 상기 제2광섬유의 전파정수는, 소망하는 파장에 관해 ±20㎚ 이상, 바람직하게는 ±60㎚ 이상의 범위에 걸쳐 상기 마하-젠더 간섭계의 통과포트(through port)에 30dB 분리를 제공하도록 선택된다. 상기 제1결합영역의 분할비는 소망하는 파장에서 그 전력을 50% 분할하도록 조절된다.

(실시예)

이하, 예시도면을 참조하면서 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 비대칭 마하-젠더 간섭계(MZI: 10)를 나타내고 있다. MZI는 간섭아암(interfering arm)(16,18)에 의해 분리된 2개의 결합영역(12,14)을 갖추고 있다. 특히 설명되는 실시예에서는, MZI는 제1 및 제2비대칭 커플러(24, 26)에서 결합되는 제1 및 제2광섬유(20,22)로 구성된다. 본 발명을 위해, 커플러는 두 출력섬유 사이에서 도래하는 광에너지를 분할하는 소자이다. 이들 제1 및 제2광섬유(20,22)는 상기 커플러(24,26)를 연결하는 간섭아암(16,18)을 형성한다. 섬유 브래그 격자(fiber Bragg grating: FBG)(25,27)는 두 커플러(24,26) 사이의 간섭아암(16,18)의 각각의 코어(core)에 새겨진다. 동작시에, MZI의 한쪽에서 섬유(20) 등의 한쪽 섬유는 입력 또는 삽입포트(32)를 구성하고, 다른쪽 섬유, 즉 섬유(22)는 드롭 또는 추출포트(34)를 구성한다. MZI의 다른쪽에서, 섬유(20)는 부가 또는 삽입포트(36)를 구성하고, 섬유(22)는 출력 또는 통과포트(through port; 38)를 구성한다.

본 발명에서는, 섬유의 위치와 마찬가지로 비대칭 커플러도 MZI의 스펙트럼성능을 향상시킨다. 대칭 커플러에서는, 결합된 포트의 전계가 입력포트의 전계보다 π/2의 위상만큼 뒤진다. 그러나, 동위상 관계는 비대칭 커플러에 대해 유지되지 않는다. 비대칭 커플러에서는, 전계간의 위상차는 결합강도 및 대칭의 정도에 의존한다.

대칭 커플러에서는, 구성요소 섬유는 결합비(coupling ratio)가 100%로 될 수 있도록 결합영역에서 대체로 동일한 전파정수(propagation constant)를 갖는다. 마하-젠더 간섭계의 제작에 있어서는, 구성요소 커플러의 분할비(splitting ratio)는 대체로 50%이다. 대칭 커플러의 결합비는 파장의 사인(sine)으로서 나아간다. 50% 점은 파장응답의 방형근(quadrate)에서 발생하고, 따라서 파장에서의 변화를 작게 하도록 주의를 요하고 있다.

도 2는 전형적인 대칭 커플러의 측정된 스펙트럼 응답의 그래프를 나타내고 있다. 커플러의 초과 손실은 대략 0.07dB이다. 스파이크(spike)는 FP 레이저에서의 모드이동(mode movement)으로부터의 측정 인공물(measurement artifact)이다. 이 그래프로부터, 흥미있는 영역(방형근(quadrate)의 주위)에서의 파장변동은 대략 0.125%/㎚임을 알 수 있다. 중심 파장에 관해 ±20㎚보다 큰 범위에 대해 MZI의 분리를 30dB 이하로 축소하는 것은 이 커다란 파장변동이다.

도 3은 전형적인 대칭 커플러로 제작한 MZI에서의 부가 섬유의 측정된 스펙트럼 응답을 나타내고 있다. 이 그래프로부터, 좁은 파장범위인 40㎚의 파장범위에 걸쳐 부가 섬유에서 30dB 분리를 달성할 수 있음을 알 수 있다. 30dB 분리영역의 제한된 범위는 MZI를 제작하는데 이용되는 커플러의 파장감도로부터 생긴다.

비대칭 커플러에서는, 섬유의 전파정수는 결합영역에서 동일하지 않다. 따라서, 달성할 수 있는 최대 결합비는 100% 이하이다. 또한, 비대칭 커플러의 분할비도 파장의 사인으로서 나아간다. 그러나, 최대 분할비는 조절할 수 있다. 그러므로, 비대칭 커플러에서는 50% 점은 대체로 파장응답의 최대에서 발생하고, 따라서 파장의 변화에 덜 민감하다. 도 4는 전형적인 비대칭 커플러의 측정된 스펙트럼 응답의 그래프이다. 커플러의 초과손실은 대략 0.09dB이었다. 스파이크(spike)는 FP 레이저에서의 모드이동으로부터의 측정 인공물이다. 이 그래프로부터, 흥미있는 영역에서의 파장변동은 대략 0.03%/㎚임을 알

수 있다. 통과 섬유에서의 30dB 분리가 중심 파장에 관해 ±60㎚보다 큰 범위에 걸쳐 달성되도록 하는 것은 이 축소된 파장변동이다. 이것은, 전술한 대칭 커플러로 달성할 수 있는 ±20㎚의 범위보다 대체로 크다.

커플러를 제작하는 가장 보편적인 방법은 용융 테이퍼법(fused taper me thod)이다. 예컨대, 두 섬유의 자켓(jacket)은 적당한 길이만큼 벗겨진다. 이들 섬유는 서로 접촉하여 대체로 평행하게 유지되는 결합될 영역과 함께 유지된다. 결합영역은 그들이 함께 용융될 때까지 대략 1700℃의 온도로 가열된다. 이들 섬유는 전기아크(electric arc), 산소부탄 플레임(oxygen butane flame)이나 레이저 등의 어떤 적당한 가열원으로 가열하도록 해도 좋다. 그들이 가열됨에 따라, 이들 섬유도 또한 좁아지거나 넥 다운(necked down)되거나, 혹은 잘록한 허리영역을 만들기 위해 끌어당겨지거나 잡아당겨진다. 테이퍼링(tapering: 끝이 뾰족하게 하는 것)은 섬유 코어를 함께 더 가까워지게 하여 신호 사이의 상호작용을 증가시킨다.

비대칭은 결합영역에서 결합되는 섬유중의 하나를 프리테이퍼링(pre-taper ing: 미리 끝이 뾰족하게 하는 것), 에칭이나 연마하거나, 혹은 섬유 평면에서 결합영역을 구부러지게 함으로써 달성될 수 있다. 또한, 비대칭은 결합영역에서 제3유리봉(third glass rod)이나 튜브로 섬유중의 하나를 용융함으로써 달성될 수도 있다. 유리봉이나 튜브는 섬유의 전파정수를 상승시키는데, 이것은 결합영역에서 부착된다. 또한, 이들 기술의 조합을 이용해도 좋다.

비대칭의 정도 및 결합강도는, 커플러의 최대 분할비가 대체로 50%로 되도록 조절된다. 도 5는 비대칭 커플러를 이용하여 제작한 MZI의 부가 섬유의 측정된 응답이다. 스파이크는 측정 인공물이다. 이 그래프로부터, 전술한 종래기술의 대칭 MZI로 달성할 수 있는 40㎚ 범위보다 대체로 큰 120㎚의 파장범위에 걸쳐 부가 또는 드롭 섬유(drop fiber)에서 30dB 분리를 달성할 수 있음을 알 수 있다.

2개의 커플러가 형성된 후에, 두 간섭아암에서의 섬유 코어에 섬유 브래그 격자(FBG)가 새겨진다. 섬유 브래그 격자는 어떤 알려진 방법으로 새겨 넣어도 좋다. 예컨대, 광감응성 섬유를 이용하여 소망하는 주기성으로 그 위에 에칭된 홈을 갖는 실리카위상 마스크(silica phase mask)를 섬유에 근접하여 위치시키고 있다. 섬유와 마스크는 레이저 빔 등의 자외(UV)광원으로 조사된다. 위상 마스크는 UV광원으로부터의 광을 회절시켜 다중 간섭빔(multiple interfering beam)을 만들어낸다. UV광은 그 안의 굴절률 분포를 변경하여 FBG를 형성하는 광감응성 섬유를 통과한다. FBG를 형성하기 위한 다른 기술에서는, UV 레이저 빔은 섬유의 길이를 따라 이동하고, 이동함에 따라 턴온/턴오프된다. FBG를 새겨 넣기 위한 다른 기술은 간섭 홀로그램, 간섭 레이저 빔 또는 진폭 마스크 등을 이용해도 좋다.

본 발명에서는 2개의 실시예, 즉 점대칭 MZI 및 선대칭 MZI를 제기한다. 양 실시예는 MZI를 제작하는데 이용해도 좋고, 섬유 브래그 격자(FBG)와 공동으로 이용해도 좋다.

도 6을 참조하면, 점대칭 MZI는 간섭계 아암 중간의 점(40)에 관해 실질적으로 대칭인 MZI이다. 결합영역(12)의 섬유(20)는 제1전파정수, 바람직하게는 표준섬유의 전파정수를 갖는다. 결합영역(12)의 섬유(22)는 다른 전파정수를 갖도록 변형된다. 결합영역(14)의 섬유(22)는 제1 또는 표준 전파정수를 갖는다. 결합영역 (14)의 섬유(20)는 다른 전파정수를 갖도록 변형된다.

다음에는 도 7a~도 7e를 참조하여 점대칭 MZI의 동작에 대해 설명한다(커플러는 전달행렬(transfer matrix)의 항목으로 설명되고, 변수는 모두 주어진 전형적인 값이다).

$\lambda := 1.25, 1.252, 1.65 \qquad i := \sqrt{-1}$

$fa := .6 \quad Fa := \sqrt{fa} \quad \phi a := \sqrt{1-fa} \qquad fb := fa \quad Fb := \sqrt{fb} \quad \phi b := \sqrt{1-fb}$

$\Delta\lambda a := 7.48 \quad \lambda a := 03.665 \quad l1 := 10000 \quad l2 := 10000 \quad \Delta\lambda b := \Delta\lambda a \quad \lambda b := \lambda a \quad \Delta l := l1 - l2$

$Ca(\lambda) := \pi \cdot \left(\frac{\lambda a - \lambda}{\Delta\lambda a} \cdot \frac{1}{Fa} \right) \quad \Delta l = 0 \qquad \beta o(\lambda) := 2 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 1.458 \qquad Cb(\lambda) := \pi \cdot \left(\frac{\lambda b - \lambda}{\Delta\lambda b} \cdot \frac{1}{Fb} \right)$

$Ca(1.5) = 1.174$

$$Ma(\lambda) := \begin{bmatrix} \cos(Ca(\lambda)) + \phi a \cdot i \cdot \sin(Ca(\lambda)) & i \cdot Fa \cdot \sin(Ca(\lambda)) \\ i \cdot Fa \cdot \sin(Ca(\lambda)) & \cos(Ca(\lambda)) - \phi a \cdot i \cdot \sin(Ca(\lambda)) \end{bmatrix} \quad Leg4 := \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad IP := \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$Mb(\lambda) := \begin{bmatrix} \cos(Cb(\lambda)) - \phi b \cdot i \cdot \sin(Cb(\lambda)) & i \cdot Fb \cdot \sin(Cb(\lambda)) \\ i \cdot Fb \cdot \sin(Cb(\lambda)) & \cos(Cb(\lambda)) + \phi b \cdot i \cdot \sin(Cb(\lambda)) \end{bmatrix} \quad Leg2 := \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$OPa(\lambda) := (|Ma(\lambda) \cdot IP \cdot Leg2|)^2 \qquad OPb(\lambda) := (|Mb(\lambda) \cdot IP \cdot Leg2|)^2 \qquad OPa(1.5) = 0.49$

$$Mf(\lambda) := \begin{bmatrix} e^{i \cdot \beta_0(\lambda) \cdot l1} & 0 \\ 0 & e^{i \cdot \beta_0(\lambda) \cdot l2} \end{bmatrix} \qquad OP4(\lambda) := (|Mb(\lambda) \cdot Mf(\lambda) \cdot Ma(\lambda) \cdot IP \cdot Leg4|)^2$$

$$IL4(\lambda) := 10 \log(1 - OP4(\lambda))$$

도 8을 참조하면, 선대칭 MZI는 간섭아암을 매개로 선(42)에 관해 실질적으로 대칭인 MZI이다. 섬유(20) 등의 한쪽 섬유는 결합영역(12) 및 결합영역(14)의 양쪽에서 제1전파정수, 바람직하게는 표준섬유의 전파

정수를 갖는다. 다른쪽 섬유, 즉 섬유(22)는 결합영역(12) 및 결합영역(14)의 양쪽에서 다른 전파정수를 갖도록 변형된다. 다음에는 도 9a~도 9e를 참조하여 선대칭 MZI의 동작에 대해 설명한다(커플러는 전달 행렬의 항목으로 설명되고, 변수는 모두 주어진 전형적인 값이다).

$\lambda := 1.25, 1.252, 1.65 \qquad i := \sqrt{-1}$

$fa := .6 \quad Fa := \sqrt{fa} \quad \phi a := \sqrt{1 - fa} \quad fb := fa \quad Fb := \sqrt{fb} \quad \phi b := \sqrt{1 - fb}$

$\Delta\lambda a := 7.48 \quad \lambda a := 03.665 \quad l1 := 10000 \quad l2 := 10000.32265 \quad \Delta\lambda b := \Delta\lambda a \quad \lambda b := \lambda a \quad \Delta l := l1 - l2$

$Ca(\lambda) := \pi \cdot \left(\frac{\lambda a - \lambda}{\Delta\lambda a} \cdot \frac{1}{Fa} \right) \quad \Delta l = -0.323 \qquad \beta o(\lambda) := 2 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 1.458 \qquad Cb(\lambda) := \pi \cdot \left(\frac{\lambda b - \lambda}{\Delta\lambda b} \cdot \frac{1}{Fb} \right)$

$Ca(1.5) = 1.174$

$$Ma(\lambda) := \begin{bmatrix} \cos(Ca(\lambda)) + \phi a \cdot i \cdot \sin(Ca(\lambda)) & i \cdot Fa \cdot \sin(Ca(\lambda)) \\ i \cdot Fa \cdot \sin(Ca(\lambda)) & \cos(Ca(\lambda)) - \phi a \cdot i \cdot \sin(Ca(\lambda)) \end{bmatrix} \quad Leg4 := \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad IP := \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$Mb(\lambda) := \begin{bmatrix} \cos(Cb(\lambda)) + \phi b \cdot i \cdot \sin(Cb(\lambda)) & i \cdot Fb \cdot \sin(Cb(\lambda)) \\ i \cdot Fb \cdot \sin(Cb(\lambda)) & \cos(Cb(\lambda) - \phi b \cdot i \cdot \sin(Cb(\lambda)) \end{bmatrix} \quad Leg2 := \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$OPa(\lambda) := (|Ma(\lambda) \cdot IP \cdot Leg2|)^2 \qquad OPb(\lambda) := (|Mb(\lambda) \cdot IP \cdot Leg2|)^2 \qquad OPa(1.5) = 0.49$

$$Mf(\lambda) := \begin{bmatrix} e^{i \cdot \beta_0(\lambda) \cdot l1} & 0 \\ 0 & e^{i \cdot \beta_0(\lambda) \cdot l2} \end{bmatrix} \qquad OP4(\lambda) := (|Mb(\lambda) \cdot Mf(\lambda) \cdot Ma(\lambda) \cdot IP \cdot Leg4|)^2$$

$$IL4(\lambda) := 10 \log(1 - OP4(\lambda))$$

상기의 식, 도 7a~도 7e 및 도 9a~도 9e에 있어서, 이 표시법은 「A.W. Snyder and J.D. Love in Optical Waveguide Theory, published by Chapman and Hall」의 것을 따르고 있다. 선대칭 실시예에서, 경로길이는 같지 않고, l2:= 10000.32265 및 $\Delta l = -0.323$ 에 의해 표시된다는 것에 주의해야 한다.

상술한 바와 같이, 다수의 변형예를 본 발명에 대해 종합하여 정리해도 좋다. 예컨대, 커플러는 연마되거나 혹은 D형상의 섬유 커플러를 이용하여 제작해도 좋다. 한번 더 비대칭을 결합영역에서 결합되는 섬유중의 하나를 프리테이퍼링, 에칭 또는 연마하거나, 혹은 섬유 평면에서 결합영역을 구부러지게 함으로써 달성해도 좋다. 또한, 이들 기술의 조합을 이용해도 좋다.

커플러를 제작하는데 이용되는 섬유는, 연마된 블록 커플러의 경우와 마찬가지로 반드시 함께 용융될 필요는 없다. 이 경우, 간섭계는 하나 이상의 광감응성 섬유로 제작해도 좋다. 더욱이, 커플러는 2개 이상의 섬유로 구성해도 좋다. 예컨대 1×3 커플러는, 하나 이상의 섬유를 광감응성으로 하고, 나머지 섬유를 비광감응성으로 하여 제작해도 좋다. 게다가, 분할비는 50% 이외이어도 좋다. 예컨대, 비대칭 커플러의 최대 분할비는 40%로 해도 좋다.

MZI는 대칭 및 비대칭 커플러로 구성해도 좋다. 이 경우, 분할비 및 양 커플러의 최대 분할비는 반드시 같을 필요는 없다. 더욱이, MZI의 간섭아암은 반드시 균형을 맞출 필요는 없다. 그러므로, 이러한 구조는 섬유 브래그 격자를 갖거나 갖지 않는 파장 분할 멀티플렉서를 만드는데 이용해도 좋다. MZI는 커플러중 하나 이상이 비대칭인 3개 이상의 커플러로 구성해도 좋다. 다른 실시예에서는, MZI의 간섭아암이 서로 다르다. 그 차를 조절함으로써, 출력의 파장응답을 조절할 수 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 소망하는 파장에 관해 더 넓은 파장범위에 걸쳐 30dB 분리를 허용하는 비대칭 커플러로 제작한 광섬유 마하-젠더 간섭계를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

제1결합영역 및 제2결합영역에서 결합되는 제1 및 제2광섬유를 구비하고,

이들 제1 및 제2광섬유는 제1 및 제2결합영역 사이에 2개의 간섭아암을 더 형성하며,

상기 제1결합영역에서의 제1광섬유의 일부의 전파정수가 상기 제1결합영역에서의 제2광섬유의 일부의 전파정수와 다르게 되어 있는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2결합영역은 제1 및 제2의 용융시킨 테이퍼 커플러를 갖추고 있는 것을

특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1결합영역의 분할비는 소망하는 파장에서 그 전력을 50% 분할하도록 조절되는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1광섬유의 전파정수 및 상기 제2광섬유의 전파정수는, 소망하는 파장에 관해 ±20㎚ 이상의 범위에 걸쳐 상기 마하-젠더 간섭계의 통과포트에 30dB 분리를 제공하도록 선택되는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1광섬유의 전파정수 및 상기 제2광섬유의 전파정수는, 소망하는 파장에 관해 ±60㎚ 이상의 범위에 걸쳐 상기 마하-젠더 간섭계의 통과포트에 30dB 분리를 제공하도록 선택되는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제2결합영역에서의 제1광섬유의 일부의 전파정수가 상기 제2결합영역에서의 제2광섬유의 일부의 전파정수와 다르게 되어 있는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1결합영역에서의 제1광섬유의 일부는 제1전파정수를 갖고,

상기 제1결합영역에서의 제2광섬유의 일부는 상기 제1전파정수와 다른 제2전파정수를 갖는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제2결합영역에서의 제1광섬유의 일부는 상기 제1전파정수를 갖고,

상기 제2결합영역에서의 제2광섬유의 일부는 상기 제1전파정수와 다른 상기 제2전파정수를 갖는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 제2결합영역에서의 제1광섬유의 일부는 상기 제1전파정수와 다른 전파정수를 갖고,

상기 제2결합영역에서의 제2광섬유의 일부는 상기 제1전파정수를 갖는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제2광섬유의 일부의 전파정수는, 상기 제2광섬유의 프리테이퍼링(pre-tapering), 에칭되거나 연마된 부분에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제1결합영역에서의 상기 제1 및 제2광섬유는, 다른 전파정수를 제공하도록 광섬유 평면에서 구부러져 있는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 2개의 간섭아암의 각각에 섬유 브래그 격자가 새겨져 있는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2광섬유는 연마된 광섬유로 이루어진 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2광섬유는 D형상의 단면을 갖는 광섬유로 이루어진 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2결합영역의 하나에서 상기 제1 및 제2광섬유에 결합되는 제3광섬유를 더 구비한 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2광섬유의 적어도 하나는 광감응성 섬유로 이루어진 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2광섬유는 제3결합영역에서 결합되는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 2개의 간섭아암은 균형이 잡혀 있는 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 19

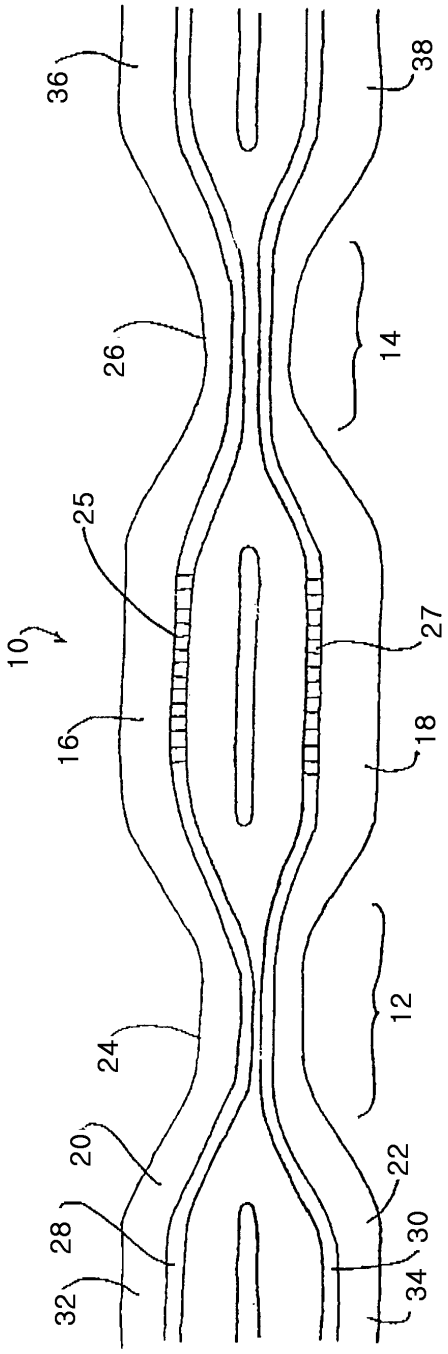
제1항에 있어서, 상기 2개의 간섭아암은 균형이 잡혀 있지 않은 것을 특징으로 하는 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계.

청구항 20

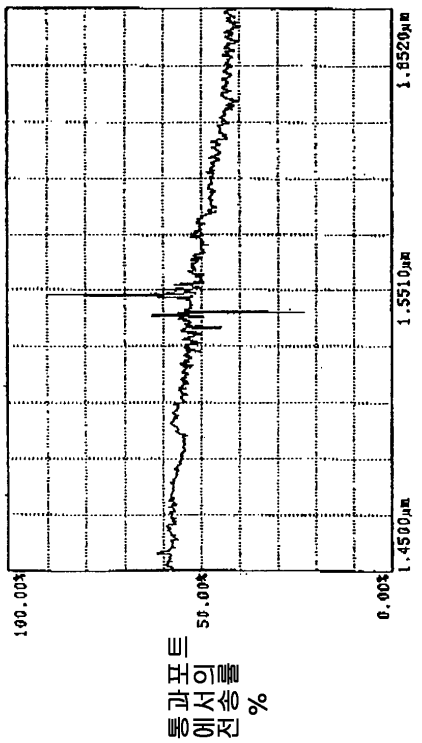
청구항 1 기재의 비대칭 광섬유 마하-젠더 간섭계를 구비한 것을 특징으로 하는
멀티플렉서/디멀티플렉서.

도면

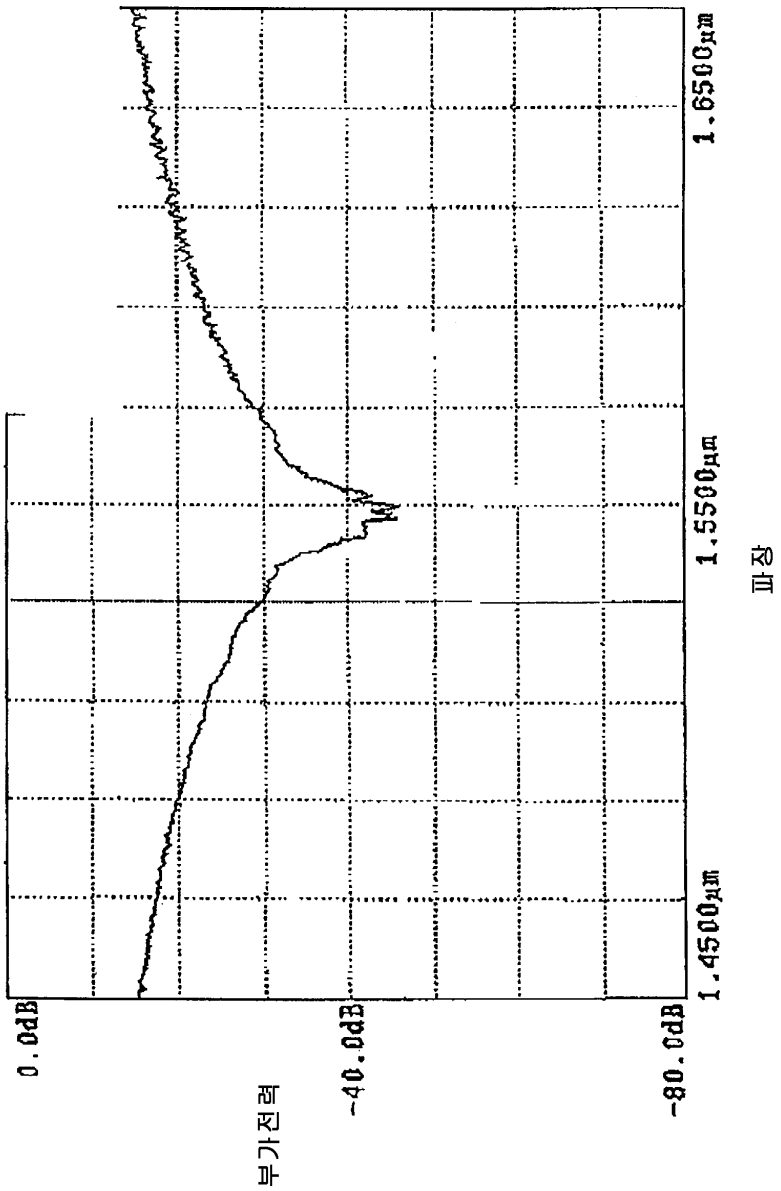
도면1



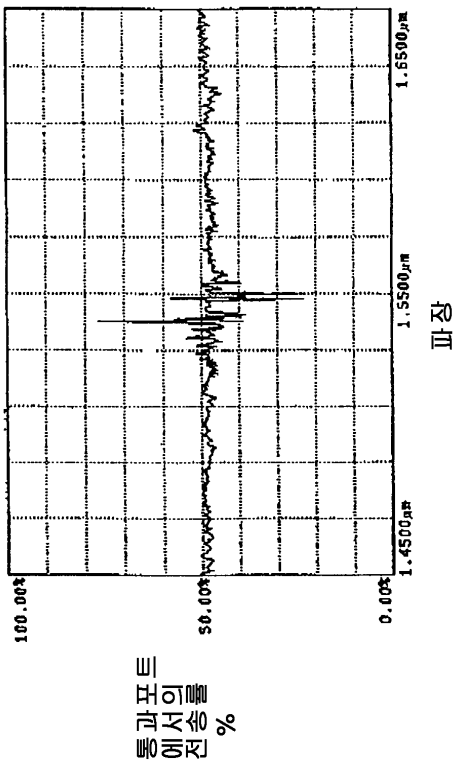
도면2


100.00%
50.00%
0.00%
1.4500μm
1.5510μm
1.8520μm
통과포트
에서의출
전송 %
파장

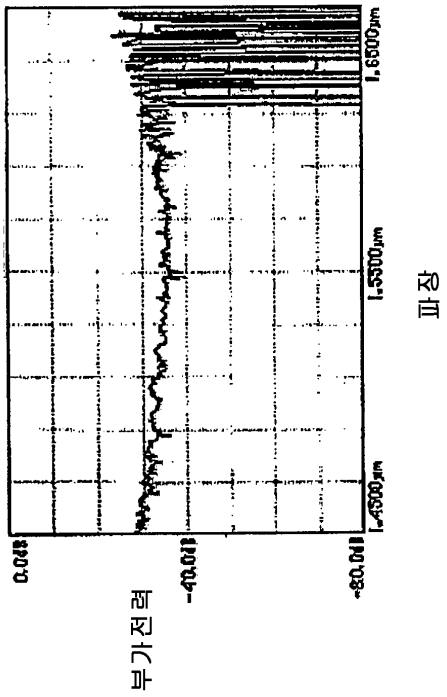
도면3



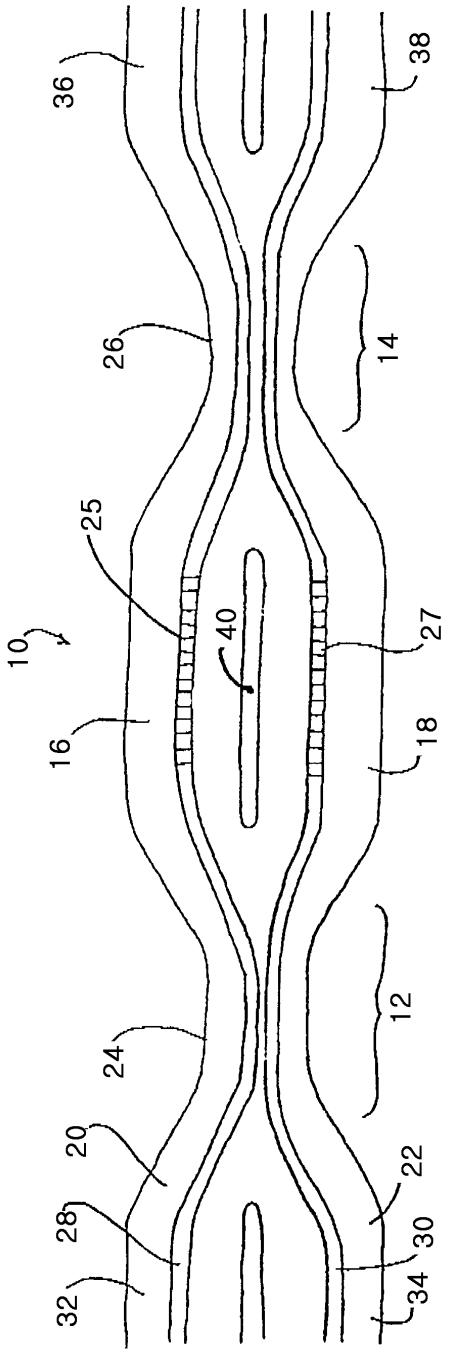
도면4


100.00%
50.00%
0.00%
1.4500μm
1.5500μm
1.6500μm
통과포트
에서의
전송률
%
파장

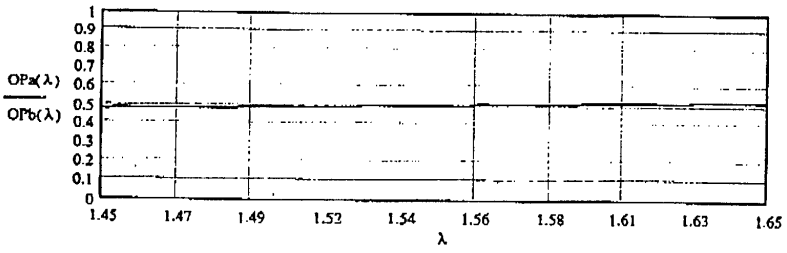
도면5


0.0dB
-40.0dB
-80.0dB
1.4500μm
1.5500μm
1.6500μm
부가전력
파장

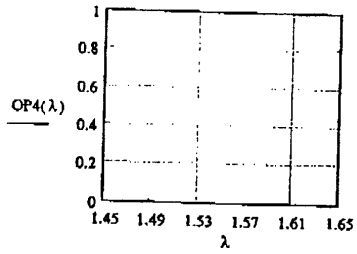
도면6



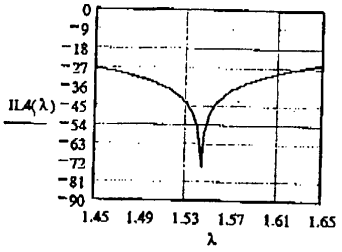
도면7a



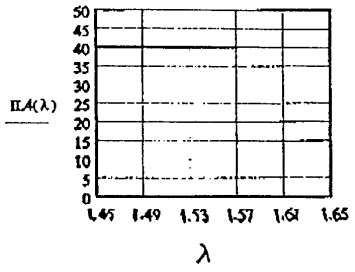
도면7b



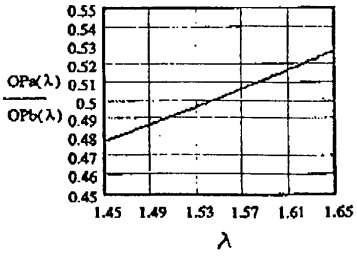
도면7c



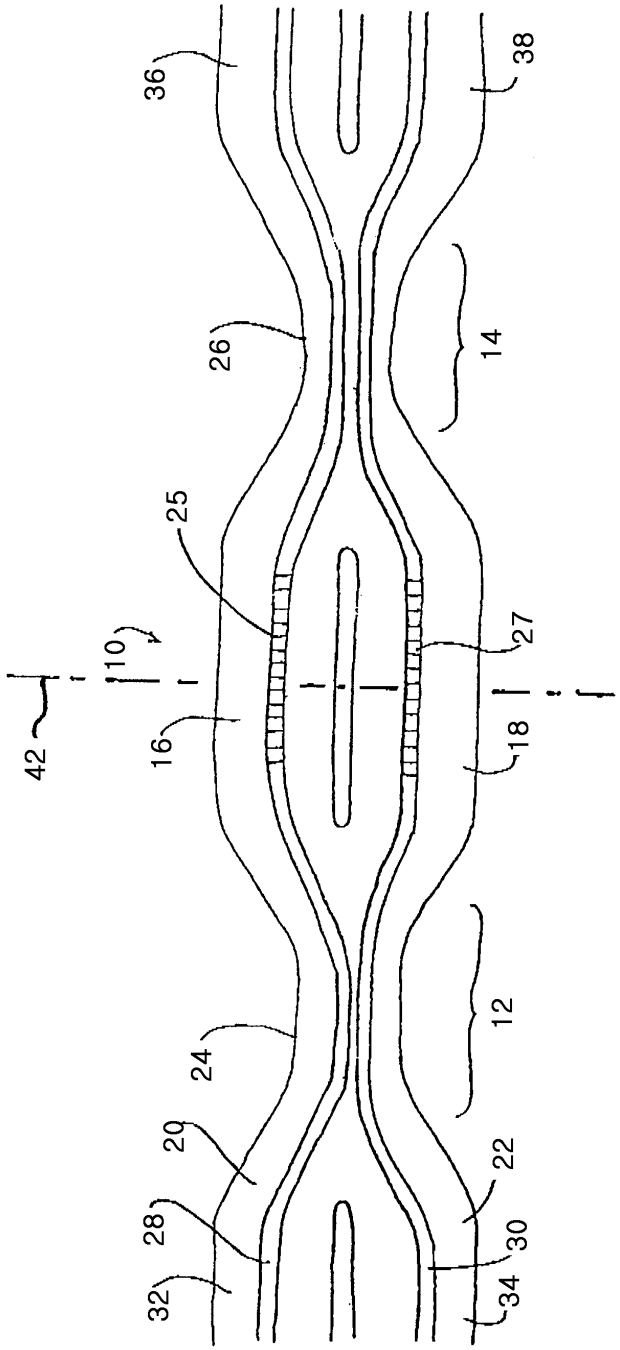
도면7d



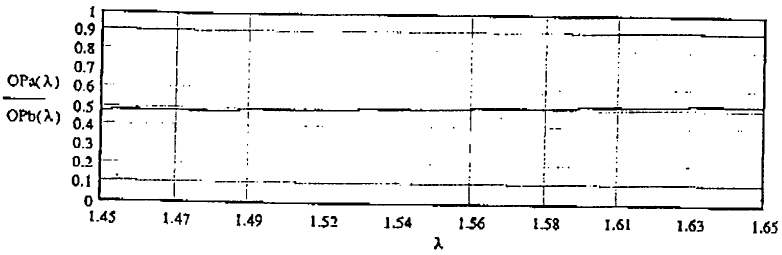
도면7e



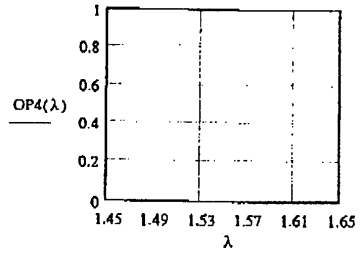
도면8


36
38
26
14
25
27
10
42
16
18
12
24
20
22
28
30
32
34

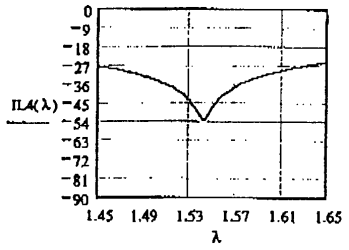
도면9a


OPa(λ)
OPb(λ)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1.45
1.47
1.49
1.52
1.54
1.56
1.58
1.61
1.63
1.65
λ

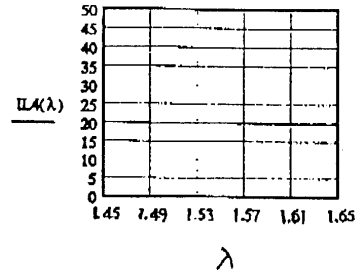
도면9b



도면9c



도면9d



도면9e

