

발급번호 : 5-5-2007-023513564

특허등록원부

특 허 번 호		제 0428073 호			
권 리 란					
표시번호		사 항			
1번	출원연월일	2002년 03월 18일	출원번호	2002-0014441	
	공고연월일	2004년 04월 28일	공고번호	2004-0428073-00-00	
	특허결정(심결)연월일	2004년 01월 27일	청구범위의 항수	5	
	유 별	G02B 5/20			
	발명의 명칭	고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터			
	존속기간(예정)만료일	2022년 03월 18일			
등 록 료 란					
제 01 - 03 년분		금 액	135,000 원 (학교)	2004년 04월 09일 납입	
제 04 - 04 년분 (2007.04.09 ~ 2008.04.08)		금 액	185,000 원	2007년 03월 27일 납입	
제 05 - 06 년분 (2008.04.09 ~ 2010.04.08)		금 액	370,000 원	2007년 04월 16일 납입	
특 허 권 자 란					
순위번호		사 항			
1번	(등록권리자)				
	학교법인연세대학교(114531-0*****) 서울 서대문구 신촌동 134번지				2004년 04월 08일 등록
2번	(권리의 전부이전등록)				
	접수 연월일	: 2007년 02월 27일	접 수 번 호	: 2007-0056628	
	등록 의무자	: 학교법인연세대학교(114531-0*****) 서울 서대문구 신촌동 134번지			
	등록 권리자	: 연세대학교 산학협력단(274171-0*****) 서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교			
	등 록 원 인	: 양도			
등 록 의 목 적	: 권리의 전부이전				2007년 02월 27일 등록

이하어백

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
G02B 5/20

(45) 공고일자 2004년04월28일
(11) 등록번호 10-0428073
(24) 등록일자 2004년04월08일

(21) 출원번호 10-2002-0014441
(22) 출원일자 2002년03월18일

(65) 공개번호 10-2003-0075301
(43) 공개일자 2003년09월26일

(73) 특허권자 학교법인연세대학교
서울 서대문구 신촌동 134번지

(72) 발명자 최우영

이광현

(74) 대리인 박승민

심사관 : 김병필

(54) 고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터

요약

본 발명은 두 개의 모드 변환기와 단일 모드 광섬유 및 분산 보상 광섬유, 레이저 다이오드, 변조기 그리고 수신부로 구성되는 필터로서, 캐리어 신호(carrier signal)를 생성하는 레이저 다이오드(laser diode); 상기 레이저 다이오드에서 생성된 신호를 변조하기 위한 변조기(modulator); 상기 변조기를 통해 변조된 신호의 전력(power)이 입력되며, 입력된 신호의 전력 즉, 단일 모드 광섬유 내에서 하나의 모드(LP01)로 전송된 신호의 전력을 분산 보상 광섬유 내에서 두 개의 모드(LP01, LP02)로 분산하기 위한 제1 모드 변환기(mode converter); 상기 제1 모드 변환기를 통해 시간 지연(time delay)이 생긴 두 모드(LP01, LP02)의 신호가 입력되면, 입력된 두 모드(LP01, LP02)의 신호를 다시 단일 모드 광섬유 내에 존재하는 하나의 모드(LP01)로 변환하는 제2 모드 변환기; 상기 제2 모드 변환기에서 변환된 신호를 수신하는 수신부(receiver)로 구성되며, 상기 제1 모드 변환기 및 제2 모드 변환기는 단일 모드 광섬유와 분산 보상 광섬유를 연결하는 중공 광섬유(hollow optical fiber)인 것을 특징으로 하는 고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터이다.

대표도

도 2

색인어

모드 변환기, 변조기, 레이저 다이오드, 수신부, 광섬유, 시간 지연, 동조

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 종래의 필터 구성도.
 도2는 본 발명에 따른 필터의 구성도.
 도3은 본 발명에 따른 변형가능 실시예의 구성도.

<도면부호의 설명>

레이저(1), 변조기(2), 증폭기(3), 분배기(4), 광섬유(5), 감지기(6), 합성기(7), 선로(8), 레이저 다이오드(10), 단일 모드 광섬유(12), 중공 광섬유(14, 14'), 분산 보상 광섬유(16), 변조기(20), 제1 모드 변환기(30), 제2 모드 변환기 (30'), 수신부(40)

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고차모드를 이용한 광 동조 마이크로웨이브 필터에 관한 것으로서, 좀더 구체적으로는 두 개의 모드 변환기를 통해 하나의 짧은 분산 보상 광섬유를 이용하여 여러 개의 지연선(delay line)을 구성하는 필터에 관한 것이다. 일반적으로, 필터를 제작하기 위해 반드시 필요한 요소는 신호의 위상을 변 화시킬 지연선(delay line)이다. 이 지연 선을 만들기 위해, 지금까지 제안된 대부분의 필터는 도1에서도 알 수 있듯이, 분산값이 큰 광섬유(5, high-dispersio n fiber)를 이용하였다. 즉, 레이저(1)에서 나온 신호는 RF 변조기(2)와 증폭기(3)를 거쳐 변조 증폭되며, 변조된 신호는 분배기(4)를 통해 신호의 분배가 이루어진다 (도1에서는 1:3의 비율임). 그리고, 이러한 신호가 지나갈 수 있는 여 러 개의 선로(8, path)를 만들고, 각 선로(8)마다 길이가 다른 분산이 큰 광섬유(5)를 연결하여 다수의 지연선을 구성 하는 것이다. 이와같이, 각각의 지연선을 지난 신호는 감지기(6)인 포토다이오드(photodiode)로 감지(detect)되며, 감지된 주파수특성을 보면 필터의 특성을 얻을 수 있다. 그리고, 감지기(6)에 의해 감지된 신호는 8:1 RF Power 합성기(7, combiner)를 통해 출력된다.

그런데, 상기와 같은 종래의 방식에서는 분산값이 큰 광섬유 하나가 하나의 지연선을 구성하게 된다. 그리고, 각 선로 (path)마다 감지기(detector)가 있어야 하므로, 필요한 지연선(delay line)수 만큼의 감지기가 필요하게 된다. 또한, 원하는 지연선을 구성하려면 수십 미터 이상의 분산값이 큰 광섬유가 필요하다. 이는, 필터의 사이즈와 가격 면에서 불리한 요소로 작용하게 된다.

따라서, 하나의 짧은 광섬유와 하나의 감지기로 다수의 지연선을 구성할 수 있는 방법이 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 두 개의 모드 변환기를 통해 하나의 짧은 분산 보상 광섬유를 이용하여 하나의 감지기로 다수의 지연선을 구성할 수 있는 고차모드를 이용한 광 동조 마이크로웨이브 필터를 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

용어 설명

본 발명의 설명에 사용되는 용어에 대해 간략히 살펴보면 다음과 같다.

고차 모드(Higher Mode) : 차단 주파수가 가장 낮은 주 모드 이외의 모드.

분산 보상 광섬유(Dispersion Compensation Fiber;DCF) : 10Gbps 이상의 전송을 위해 시도되고 있는 파장 분할 다 중화 전송방법 중의 하나로, 일반 광섬유와 반대의 값을 갖는 분산 보상 광섬유(DCF)를 전송로의 중간 부분에 배치함 으으로써 분산을 보상하는 방법.

단일 모드 광섬유(Single Mode Fiber) : 사용파장에 있어서, 전송가능한 전파모드의 수가 하나뿐인 광섬유로, 코어(c ore) 직경이 10um 미만으로 매우 작고 빛의 전파 형태가 한 가지뿐이어서 손실이 매우 적으며 신호의 변형(왜곡)이 거의 없기 때문에 신호의 장거리 전송이 가능.

중공 광섬유(Hollow Optical Fiber) : 중공(中空;속이 빈)의 광섬유.

군 속도(Group Velocity) : 신호파형이 전파되는 속도로, 특정모드에서 각 주파수에 대한 위상 정수 변화율의 역수.

군 굴절률(Group Index) : 굴절률이 n인 매질을 진행하는 모드에 대해 진공에서의 빛의 속도를 그 모드의 군속도로 나눈 값.

지연선(Delay Line) : 시간지연(time delay)을 만드는 수단.

구성

본 발명의 전체적인 구성을 도2를 참조하여 설명한다.

본 발명은 제1, 제2 모드 변환기(30, 30')와 단일 모드 광섬유(12) 및 분산 보상 광섬유(16), 레이저 다이오드(10), 변 조기(20) 그리고 수신부(40)로 구성되는 필터이다.

본 발명에 따른 필터는 캐리어 신호(carrier signal)를 생성하는 레이저 다이오드(10); 상기 레이저 다이오드(10)에서 생성된 신호를 변조하기 위한 변조기(20, modulator); 상기 변조기(20)를 통해 변조된 신호의 전력(power)이 입력되며, 입력된 신호의 전력 즉, 단일 모드 광섬유(12) 내에서 하나의 모드(LP01)로 전송된 신호의 전력을 분산 보상 광섬유(16) 내에서 두 개의 모드(LP01, LP02)로 분산하기 위한 제1 모드 변환기(30, mode converter); 상기 제1 모드 변환기(30)를 통해 시간 지연(time delay)이 생긴 두 모드(LP01, LP02)의 신호가 입력되면, 입력된 두 모드(LP01, LP02)의 신호를 다시 단일 모드 광섬유(12) 내에 존재하는 하나의 모드(LP01)로 변환하는 제2 모드 변환기(30'); 상기 제2 모드 변환기(30')에서 변환된 신호를 수신하는 수신부(40)로 구성된다.

여기서, 상기 제1 모드 변환기(30) 및 제2 모드 변환기(30')는 단일 모드 광섬유(12)와 분산 보상 광섬유(16)를 연결하는 것으로서, 반경이 3.4um이며 가운데 반경이 0.6um인 빈 공간이 있는 중공 광섬유(14, 14'; hollow optical fiber)이다.

그리고, 본 발명에 따른 모드(LP01, LP02)에 대한 설명은 다음과 같다.

일반적으로, 광섬유내에는 TE모드와 TM모드 그리고, Hybrid모드가 존재한다. 여기서, TE(Transverse Electric)모드란 전자파(wave)의 진행방향으로 H-field(자계성분)는 있으나 E-field(전계성분)가 없는 경우이며, TM(Transverse Magnetic)모드는 전자파의 진행방향으로 E-field는 있으나 H-field가 없는 경우이다. 또한, Hybrid모드는 TE, TM모드와는 달리 전자파의 진행방향에 E-field 또는 H-field가 존재하는 모드이다. 그리고, 상기 각 모드의 굴절률은 파형 방정식(wave equation)으로부터 경계 조건(boundary condition)을 적용하여 얻어낸 특성 방정식을 통해 얻을 수 있으며, 각 모드(TM, TE, Hybrid)마다 특성 방정식은 다르다.

그런데, 광섬유 코어(core)의 굴절률과 클래딩(cladding)의 굴절률이 거의 같을 때, 상기 모드들의 굴절률을 구해보면 그 값이 거의 같아지는 모드들이 존재하는데, 이러한 모드들을 묶어서 LP모드(Linearly Polarized Mode)라 부른다. 그리고, LP모드의 LP_{mn}에서 m은 파형 방정식에 경계 조건을 적용하여 얻어낸 특성 방정식 안에 포함된 인덱스(index)이며, n은 주어진 인덱스 m값을 특성 방정식에 대입하여 얻어낸 근의 순서이다. 즉, LP01은 LP_{mn}의 특성 방정식에 m=0을 넣고 구한 해 중 첫 번째 값에 해당하는 굴절률을 갖는 모드이며, LP02는 LP_{mn}의 특성 방정식에 m=0을 넣고 구한 해 중 두 번째 값에 해당하는 굴절률을 갖는 모드라 할 수 있다.

동작

상기에서 설명한 본 발명의 구성에 따른 동작원리를 도2를 참조하여 설명한다.

우선, 레이저 다이오드(10)가 캐리어 신호(carrier signal)를 생성하면, 생성된 신호는 변조기(20)를 통과하여 신호강도 변조(intensity modulation) 된다. 여기서, 변조된 신호의 전력(power)은 단일 모드 광섬유(12) 내에 존재하는 하나의 모드 즉, LP01 모드에만 전송되며, 전송된 신호의 전력은 제1 모드 변환기(30)로 입력된다.

상기 제1 모드 변환기(30)는 단일 모드 광섬유(12)와 분산 보상 광섬유(16)를 중공 광섬유(14)로 연결한 것으로서, 역할은 다음과 같다.

제1 모드 변환기(30)에서는 LP01 모드에만 전송된 신호의 전력을 분산하는 역할을 하는데, 단일 모드 광섬유(12) 내에서 LP01 모드로만 전송된 변조된 신호의 전력은 제1 모드 변환기(30)를 거치면서 모드의 모양이 링(ring) 모양으로 변하게 되고, 이 링 모양의 LP01모드는 분산 보상 광섬유(16) 내에 존재하는 두 모드 즉, LP01 모드와 LP02 모드로 각각 50:50의 전력비율로 분산된다. 이와같이, 제1 모드 변환기(30)는 하나의 모드(LP01)로 진행하던 신호를 두 개의 모드(LP01, LP02)로 분산 진행하도록 만들어 주는 역할을 하는 것이다. 또한, 상기에서 설명한 바와 같이, 중공 광섬유(14)를 통과하면서 모드가 링 모양으로 변하게 되는데, 이는 좀 더 효율적으로 분산 보상 광섬유(16)내에 존재하는 LP02모드로 결합(coupling)이 이루어지도록 하기 위함이다.

이렇게 나뉘어진 두 개의 모드(LP01, LP02)는 분산 보상 광섬유(16) 내에서 서로 다른 군 굴절률(group index)과 서로 다른 군 속도(group velocity)를 가지고 분산 보상 광섬유(16)를 지나게 된다. 이는, 두 개의 모드(LP01, LP02)가 같은 길이를 진행하더라도 속도 차이에 의해 시간 지연(time delay)이 생기는 것을 의미한다. 이렇게, 시간 지연이 생긴 두 모드(LP01, LP02)는 다시 제2 모드 변환기(30')를 거치게 되는데, 제2 모드 변환기(30')에서는 두 모드(LP01, LP02)의 신호를 다시 단일 모드 광섬유(12) 내에 존재하는 하나의 모드(LP01)로 변환한다. 이렇게, 제2 모드 변환기(30')를 거친 단일 모드 광섬유(12) 내에 존재하는 LP01 모드로 변환된 신호는 수신부(40)에서 수신하게 된다. 여기서, 제2 모드 변환기(30')는 제1 모드 변환기(30)와 마찬가지로, 단일 모드 광섬유(12)와 분산 보상 광섬유(16)를 연결하는 중공 광섬유(14')이다.

상기와 같은 동작으로, 수신부(40)를 통해 얻은 신호의 변조 주파수를 늘려가며 주파수 응답특성(frequency response)을 측정해 보면 필터의 특성을 얻을 수 있다.

한편, 본 발명에서 제안된 필터의 동조(tuning) 방법은 다음과 같다.

레이저 다이오드(10)의 레이저 파장을 변화시키면 분산 보상 광섬유(16) 내에 존재하는 모드 특성에 의해, 각 모드(LP01, LP02)들의 군 속도(group velocity)가 파장이 변화기 전과는 다른 값을 갖게 되고, 이는 분산 보상 광섬유(16) 끝단에서 두 모드(LP01, LP02)의 시간 지연(time delay)을 변화시키게 된다. 즉, 시간 지연은 필터 주기의 역수이므로 필터 특성을 쉽게 조절할 수 있다.

변형가능 실시예

본 발명에서 제안된 필터의 변형가능한 실시예를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 다른 모드 변환기(mode converter)를 이용하여, 응용분야에 맞는 필터를 제작할 수 있다. 즉, 중공 광섬유의 직경과 그 안에 존재하는 빈 공간의 직경을 조절하여 모드(LP01, LP02)간의 전력 결합(power coupling) 정도(효율)를 조절하는 것이다. 따라서, 중공 광섬유의 직경(그 안에 존재하는 빈 공간의 직경 포함) 크기가 변하게 되므로, 제작되는 필터의 모양도 바뀌게 된다(도시하지 않음).

둘째, 여러 개의 레이저 다이오드(laser diode)를 이용하여, 또 다른 필터 특성을 얻을 수 있다. 즉, 도3에서 보여지는 바와 같이, 파장이 다른 레이저 다이오드(10)를 여러 개 연결하면, 단일 광섬유(12)내에는 레이저 다이오드(10) 개수 만큼의 파장이 다른 LP01모드가 존재하게 된다. 또한, 파장이 다른 각각의 LP01모드는 제1모드 변환기(30)를 거쳐 분산 보상 광섬유(16)내로 들어가며, 분산 보상 광섬유(16)내에서 파장이 다른 각 LP01모드는 LP01과 LP02모드로 모드 결합(coupling)이 이루어진다. 그리고, 분산 보상 광섬유(16)내의 각 모드(LP01, LP02)들은 자신의 파장에 맞는 군 굴절률 값을 갖게 되므로, 서로 다른 군 속도를 갖게 되는 것이다. 이러한, 속도 차이에 의해 시간 지연(time delay)이 생기게 되며, 제2 모드 변환기(30')를 거쳐 단일 광섬유(12)내에 존재하는 하나의 모드(LP01)로 변환된 신호는 수신기(40)를 통해 수신된다. 이와같이, 파장이 다른 여러 개의 레이저 다이오드를 이용하여 기존과는 다른 또 다른 필터 특성을 얻을 수가 있다.

발명의 효과

이와같이, 본 발명에서 제안된 필터는 기존의 필터와는 달리 두 개의 모드 변환기(mode converter)를 통해 하나의 짧은 분산 보상 광섬유를 이용하여 여러 개의 지연선(delay line)을 구성할 수 있으며, 필터의 동조(tuning)가 쉬운 효과를 얻을 수 있다. 또한, 모드 변환기인 중공 광섬유의 직경크기의 조절 또는 파장이 다른 여러 개의 레이저 다이오드를 연결하여 기존과는 다른 필터 특성을 얻을 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

두 개의 모드 변환기와 단일 모드 광섬유 및 분산 보상 광섬유, 레이저 다이오드, 변조기 그리고 수신부로 구성되는 필터로서,
 캐리어 신호(carrier signal)를 생성하는 레이저 다이오드(laser diode),
 상기 레이저 다이오드에서 생성된 신호를 변조하기 위한 변조기(modulator),
 상기 변조기를 통해 변조된 신호의 전력(power)이 입력되며, 입력된 신호의 전력 즉, 단일 모드 광섬유 내에서 하나의 모드(LP01)로 전송된 신호의 전력을 분산 보상 광섬유 내에서 두 개의 모드(LP01, LP02)로 분산하기 위한 제1 모드 변환기(mode converter),
 상기 제1 모드 변환기를 통해 시간 지연(time delay)이 생긴 두 모드(LP01, LP02)의 신호가 입력되면, 입력된 두 모드(LP01, LP02)의 신호를 다시 단일 모드 광섬유 내에 존재하는 하나의 모드(LP01)로 변환하는 제2 모드 변환기,
 상기 제2 모드 변환기에서 변환된 신호를 수신하는 수신부(receiver)로 구성되는 것을 특징으로 하는, 고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터.

청구항 2.

청구항 1에서, 상기 제1 모드 변환기 및 제2 모드 변환기는 단일 모드 광섬유와 분산 보상 광섬유를 연결한 것으로서, 반경이 3.4um이며 가운데 반경이 0.6um인 빈 공간이 있는 중공 광섬유(hollow optical fiber)인 것을 특징으로 하는, 고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터.

청구항 3.

청구항 1 또는 2에서, 상기 제1 모드 변환기에서 각 모드(LP01, LP02)로의 전력 분산은 50:50의 비율로 분산되는 것을 특징으로 하는, 고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터.

청구항 4.

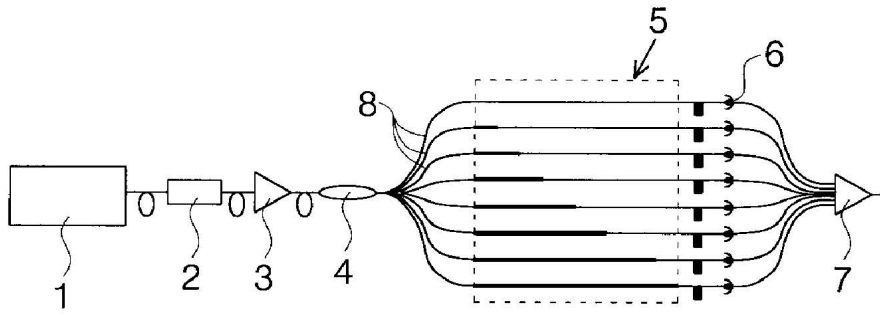
청구항 1 또는 2에서, 상기 중공 광섬유의 직경과 그 안에 존재하는 빈 공간의 직경을 조절하여 모드(LP01, LP02)간의 전력 결합(power coupling) 정도(효율)가 조절 가능한 것을 특징으로 하는, 고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터.

청구항 5.

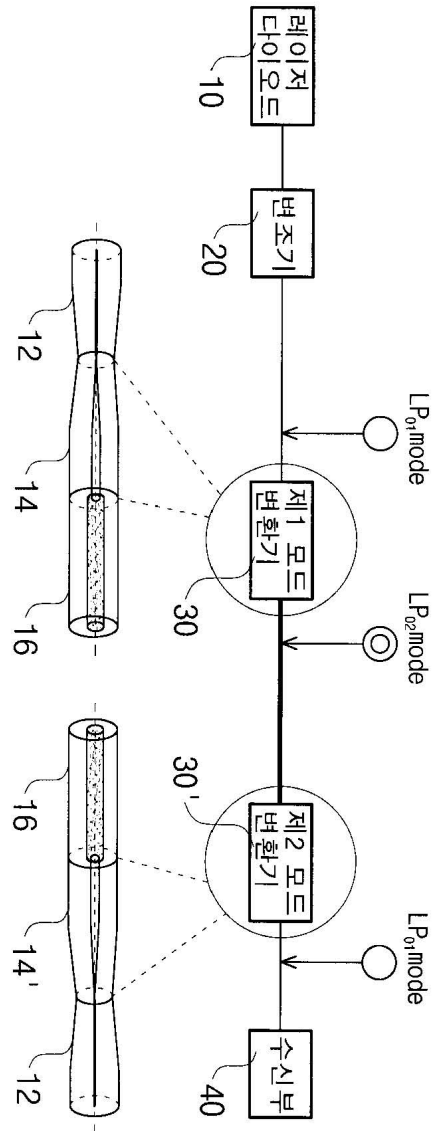
청구항 1에서, 상기 캐리어 신호를 생성하는 레이저 다이오드를 여러 개 연결하여 다른 특성을 갖는 필터의 제작이 가능한 것을 특징으로 하는, 고차모드를 이용한 광동조 마이크로웨이브 필터.

도면

도면1



도면2



도면3

