



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월13일
(11) 등록번호 10-1449296
(24) 등록일자 2014년10월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 3/02 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0064953
(22) 출원일자 2013년06월05일
심사청구일자 2013년06월05일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004117033 A*
KR100725211 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
안태정
광주광역시 서구 상무누리로 33 갤러리303, 101동
602호(치평동)
송일신
광주광역시 북구 면앙로133번길 93-1(문흥동)
김찬영
광주광역시 서구 염화로45번길 17 라인동산아파트
109동 110호(화정동)
(74) 대리인
특허법인 누리

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 김창주

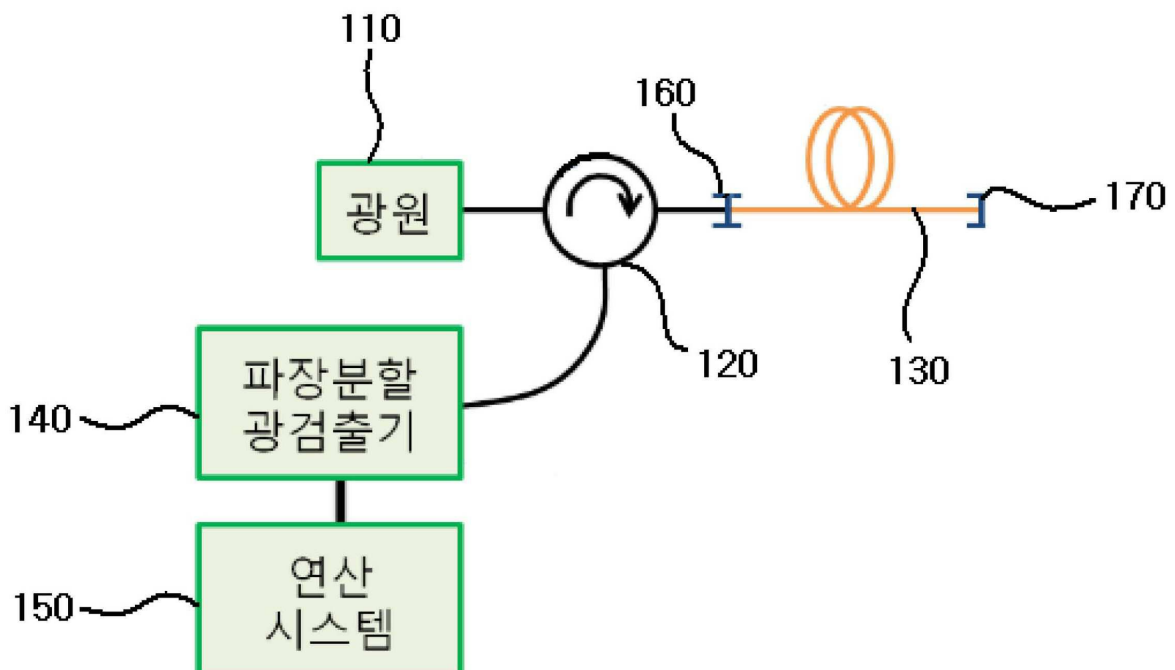
(54) 발명의 명칭 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 다중모드 광섬유의 모드간 분산이 발생한 지점을 논리적으로 정확히 찾아내어 그 측정 결과의 신뢰도가 높은 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치는, 통신하고자 하는 파장의 인접 영역에서 연속된 파장을 가진 빛을 방출하는 광원

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



과, 상기 광원의 빛을 받아 다중모드 광섬유의 일단에 전달하고 상기 다중모드 광섬유의 타단에서 반사되어 돌아오는 상기 광원의 빛을 받아 스펙트럼 분석용 장비로 전달하는 광 서큘레이터와, 상기 광 서큘레이터로부터 그 일단에 상기 광원의 빛이 전달되고 그 타단에서 상기 광원의 빛을 반사하는 다중모드 광섬유와, 상기 광 서큘레이터를 통해 상기 다중모드 광섬유의 타단에서 반사된 상기 광원의 빛을 전달받아 해당 빛의 각 파장에 따른 빛의 세기를 측정하는 파장분할 광 검출기와, 상기 파장분할 광 검출기에서 획득한 빛의 스펙트럼을 푸리에변환하여 그 푸리에변환 값의 위상을 구하는 위상 계산기를 포함하여 구성된다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0007719

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원사업(지역대학우수과학자)

연구과제명 위상 측정을 이용한 다중모드광섬유의 모드간 분산 측정 장치 및 방법

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교

연구기간 2011.05.01 ~ 2014.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

빛을 방출하는 광원, 상기 광원의 빛이 일단에 전달되고 그 타단에서 상기 광원의 빛을 반사하는 다중모드 광섬유, 상기 다중모드 광섬유의 반사되어 돌아오는 빛을 전달받아 해당 빛의 파장에 따른 빛의 세기를 측정하는 파장분할 광 검출기를 포함하는 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치에 있어서,

상기 광원은 통신하고자 하는 파장의 인접 영역에서 연속된 파장을 가진 빛을 방출하며,

상기 다중모드 광섬유의 상기 광원의 빛을 반사하는 단부에 설치되어 빛 반사율을 높이는 반사부;

상기 광원의 빛을 받아 상기 다중모드 광섬유의 일단에 전달하고 상기 반사부에서 반사되어 상기 다중모드 광섬유를 통해 되돌아오는 빛을 받아 상기 파장분할 광 검출기로 전달하되, 입력 또는 출력 기능의 셋 이상의 단자를 구비하여 첫 번째 단자로 들어온 빛이 두 번째 단자로 나가고, 두 번째 단자로 들어온 빛이 세 번째 단자로 나가는 방식의 비가역 회로형 광소자;

상기 파장분할 광 검출기에서 획득한 빛의 스펙트럼을 푸리에 변환하여 그 푸리에 변환 값의 위상을 구한 후 상기 푸리에 변환 값의 위상이 원주율만큼 변한 지점을 모드간 분산이 발생한 지점으로 판단하는 위상 계산기를 더 포함하는 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 비가역 회로형 광소자에 상기 다중모드 광섬유의 일단을 연결하는 광케이블 커넥터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

광원이 통신하고자 하는 파장의 인접 영역에서 연속된 파장을 가진 빛을 방출하는 단계;

상기 광원에서 방출된 빛이 비가역 회로형 광소자의 첫 번째 단자에 전달되어 다중모드 광섬유에 전달되는 단계;

상기 다중모드 광섬유에 전달된 빛이 상기 다중모드 광섬유의 선단에 위치한 반사부로부터 반사되어 상기 다중모드 광섬유를 통해 상기 비가역 회로형 광소자에 되돌아오는 단계;

상기 비가역 회로형 광소자가 상기 다중모드 광섬유를 통해 되돌아오는 빛을 두 번째 단자를 통해 받아 세 번째 단자를 통해 파장분할 광 검출기에 전달하는 단계;

상기 파장분할 광 검출기가 상기 비가역 회로형 광소자의 세 번째 단자를 통해 전달되는 빛의 각 파장에 따른 빛의 세기를 측정하는 단계;

상기 파장분할 광 검출기에서 획득되는 빛의 스펙트럼을 위상 계산기가 푸리에 변환하여 그 푸리에 변환 값의 위상을 구한 후 구해진 상기 푸리에 변환 값의 위상이 원주율만큼 변한 지점을 모드간 분산이 발생한 지점으로 판단하는 단계를 포함하는 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 다중모드 광섬유의 모드간 분산 측정장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 특히 다중모드 광섬유의 모드간 분산이 발생한 지점을 논리적으로 정확히 찾아내어 그 측정 결과의 신뢰도가 높은 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 모드분산을 측정하는 방법에는 RF spectrum analysis method, time-of-flight method, optical frequency domain reflectometry(OFDR) 등의 방법이 있다.

[0003] RF spectrum analysis method는 '1' 과 '0' 이 반복되는 신호를 점점 빠른 속도 전송하였을 때, '1' 과 '0' 의 세기 차가 처음 속도에서의 차이보다 절반이 되었을 때의 속도를 대역폭으로 정하는 방법이며, 이를 3-dB Bandwidth라 한다.

[0004] time-of-flight method는 짧은 시간의 신호를 하나 보냈을 때, 반대편에서는 이 신호가 시간상으로 얼마나 퍼졌는가를 측정하여 대역폭을 구하는 방법이다.

[0005] 마지막으로 OFDR은 분산이 이루어지는 대상을 지나간 빛의 파장 또는 주파수 스펙트럼을 푸리에 변환하여 모드간 분산을 얻는 방법이다. 더 세분화하여 설명하면, OFDR은 연속된 파장에 대한 세기를 얻어야 하므로, 연속된 파장을 가진 광원과 이를 측정하는 파장분할 광검출기를 이용하여 연속된 파장에 대한 세기를 얻을 수 있고, 또 다른 방법으로는 하나의 파장을 가진 광원과 파장을 분간하지 못하는 일반적인 광검출기를 이용하되, 광원의 파장을 조금씩 조절하여 각 파장에서의 광 세기를 얻음으로써, 연속된 파장을 방출하는 광원을 이용하여 측정하는 방법과 동류의 정보를 얻는 방법이 있다.

[0006] 따라서 OFDR을 이용하여 모드간 분산을 측정하려면, 통신하고자 하는 파장에 인접한 여러 파장을 방출할 수 있는 광원과, 모드간 분산을 측정하고자 하는 대상과, 이 대상을 한 번 혹은 그 이상 통과한 빛의 파장에 따른 세기를 측정할 수 있는 광검출기가 필요하다.

[0007] 도 1은 OFDR을 이용하여 모드간 분산을 측정하는 시스템을 보인 것으로서, 도면 부호 10은 Broadband source, 20은 Optical coupler, 30은 Optical cable connector, 40은 Mode scrambler, 50은 Multimode fiber, 60은 Spectrum analyzing device를 각각 나타낸 것이다. 그리고 도 2는 도 1의 시스템을 통한 모드간 분산의 측정 결과를 보인 도면으로써, 즉 측정 대상을 통과한 빛의 스펙트럼을 푸리에변환 후 그 세기만을 이용하여 모드간 분산을 측정한 것이다.

[0008] 이러한 도 1의 시스템은 모드간 분산의 세기만을 이용하여 모드간 분산이 최대로 일어난 지점을 찾아야 하므로, 약한 세기의 모드를 강하게 하기 위한 모드생성기(40)를 반드시 필요로 한다. 또한 이와 같이 모드생성기(40)를 사용하더라도 세기가 약한 모드간의 간섭은 노이즈와 구분하기 힘들어 그 측정의 신뢰도가 낮다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제900063호(2009.06.01.공고), “다중모드 광섬유 링크의 대역폭을 높이기 위한 효율적인 광신호 입사방법”
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 제2001-0088804호(2001.09.28.공개), “다중코어 및 다중모드의 분산 유지 섬유”

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 다중모드 광섬유의 모드간 분산이 발생한 지점을 논리적으로 정확히 찾아내어 그 측정 결과의 신뢰도가 높은 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0011] 또한 본 발명은 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정 시 약한 세기의 모드에서도 모드생성기 없이도 모드간 분산의 발생 지점을 정확히 찾아낼 수 있는 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법을 제공하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치는, 통신하고자 하는 파장의 인접 영역에서 연속된 파장을 가진 빛을 방출하는 광원과, 상기 광원의 빛을 받아 다중모드 광섬유의 일단에 전달하고 상기 다중모드 광섬유의 타단에서 반사되어 돌아오는 상기 광원의 빛을 받아 스펙트럼 분석용 장비로 전달하는 광 서큘레이터와, 상기 광 서큘레이터로부터 그 일단에 상기 광원의 빛이 전달되고 그 타단에서 상기 광원의 빛을 반사하는 다중모드 광섬유와, 상기 광 서큘레이터를 통해 상기 다중모드 광섬유의 타단에서 반사된 상기 광원의 빛을 전달받아 해당 빛의 각 파장에 따른 빛의 세기를 측정하는 파장분할 광 검출기와, 상기 파장분할 광 검출기에서 획득한 빛의 스펙트럼을 푸리에변환하여 그 푸리에변환 값의 위상을 구하는 위상 계산기를 포함하여 구성된다.
- [0013] 또한 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치는 상기 광 서큘레이터에 상기 다중모드 광섬유의 일단을 연결하는 광케이블 커넥터를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치는 상기 다중모드 광섬유의 상기 광원의 빛을 반사하는 단부에 설치되어 빛 반사율을 높이는 반사부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한 상기 광 서큘레이터는 입력 또는 출력 기능의 셋 이상의 단자를 구비하여 첫 번째 단자로 들어온 빛이 두 번째 단자로 나가고 두 번째 단자로 들어온 빛이 세 번째 단자로 나가는 방식의 비가역 회로형 광소자인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한 상기 위상 계산기는 상기 푸리에변환을 통한 값의 위상이 원주율만큼 변한 지점을 모드간 분산이 발생한 지점으로 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 그리고 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정방법은, 통신하고자 하는 파장의 인접 영역에 광원이 연속된 파장을 가진 빛을 방출하는 단계와, 상기 광원에서 방출된 빛이 광 서큘레이터에 전달되어 상기 광 서큘레이터가 전달되는 상기 광원의 빛을 다중모드 광섬유에 전달하는 단계와, 상기 다중모드 광섬유에 전달된 상기 광원의 빛이 상기 다중모드 광섬유의 일단에서 반사되어 상기 광 서큘레이터에 되돌아오는 단계와, 상기 광 서큘레이터가 상기 다중모드 광섬유의 일단에서 반사되어 되돌아온 상기 광원의 빛을 파장분할 광 검출기에 전달하는 단계와, 상기 파장분할 광 검출기가 상기 광 서큘레이터를 통해 전달되는 빛의 각 파장에 따른 빛의 세기를 측정하는 단계와, 상기 파장분할 광 검출기에서 획득되는 빛의 스펙트럼을 위상 계산기가 푸리에변환하여 그 푸리에 변환 값의 위상을 구하는 단계를 포함하여 구성된다.
- [0018] 또한 상기 다중모드 광섬유에 전달된 상기 광원의 빛이 상기 다중모드 광섬유의 일단에서 반사되어 상기 광 서큘레이터에 되돌아오는 단계는, 상기 다중모드 광섬유의 일단에 반사부가 설치되어 상기 반사부가 상기 광원의 빛에 대한 반사율을 높이는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한 상기 파장분할 광 검출기에서 획득되는 빛의 스펙트럼을 위상 계산기가 푸리에변환하여 그 푸리에 변환 값의 위상을 구하는 단계는, 상기 위상 계산기가 그 푸리에변환에 의한 값의 위상이 원주율만큼 변환 지점을 모드간 분산이 발생한 지점으로 판단하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한 상기 광원에서 방출된 빛이 광 서큘레이터에 전달되어 상기 광 서큘레이터가 전달되는 상기 광원의 빛을 다중모드 광섬유에 전달하는 단계는, 상기 광 서큘레이터에 상기 다중모드 광섬유를 연결하는 광케이블 커넥터를 매개로 상기 광 서큘레이터에서 나오는 빛이 상기 다중모드 광섬유에 전달되는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한 상기 광원에서 방출된 빛이 광 서큘레이터에 전달되어 상기 광 서큘레이터가 전달되는 상기 광원의 빛을 다중모드 광섬유에 전달하는 단계는, 상기 광원에서 방출되는 한 종류의 빛을 기준으로 상기 광 서큘레이터의 첫 번째 단자에 상기 광원의 빛이 입력되어 상기 광 서큘레이터의 두 번째 단자를 통해 상기 다중모드 광섬유에 상기 광원의 빛이 전달되는 과정을 포함하고, 상기 광 서큘레이터가 상기 다중모드 광섬유의 일단에서 반사되어 되돌아온 상기 광원의 빛을 파장분할 광 검출기에 전달하는 단계는, 상기 다중모드 광섬유의 일단에서 반사되어 되돌아오는 빛이 상기 광 서큘레이터의 두 번째 단자에 입력되어 상기 광 서큘레이터의 세 번째 단자를 통해 상기 파장분할 광 검출기에 전달되는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, 다중모드 광섬유의 모드간 분산이 발생한 지점을 논리적으로 정확히 찾아낼 수 있고, 따라서 다중모드 광섬유의 모드간 분산에 대한 신뢰도 높은 측정 결과를 얻을 수 있다.

[0023] 또한 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정 시 약한 세기의 모드에서도 모드생성기 없이도 모드간 분산의 발생 지점을 정확히 찾아낼 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 종래 OFDR을 이용하여 모드간 분산을 측정하는 시스템을 보인 도면
 도 2는 도 1의 모드간 분산 측정 시스템을 통한 측정 결과를 보인 도면
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치를 보인 도면
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정방법을 보인 흐름도
 도 5는 다중모드 광섬유의 모드간 분산이 발생한 지점에서 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치와 도 1에 따른 기존 시스템 간의 차이를 보인 도면
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치를 통해 다중모드 광섬유의 모드간 분산을 측정한 예를 보인 도면
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치와 도 1에 따른 기존 시스템의 모드간 분산 측정의 결과를 비교하여 보인 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법을 상세하게 설명한다.

[0026] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치를 보인 도면이다.

[0027] 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치는 광원(110: Broadband), 광 서큘레이터(120: Optical circulator), 다중모드 광섬유(130: Multimode fiber), 파장분할 광 검출기(140: Spectrum analyzing device), 위상 계산기(150: Calculating device)를 포함하여 구성된다. 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치는 광케이블 커넥터(160: Optical cable connector) 및 반사부(170)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0028] 광원(110)은 빛을 방출하여 이렇게 광원(110)에서 방출되는 빛이 광 서큘레이터(120)에 전달되게 하는 것으로서, 이때 광원(110)에서 방출되는 빛은 통신하고자 하는 파장의 인접 영역에서 연속된 파장을 가진 빛이다.

- [0029] 광 서큘레이터(120)는 광원(110)의 빛을 받아 다중모드 광섬유(130)의 일단에 전달하고, 또한 광 서큘레이터(120)는 다중모드 광섬유(130)의 타단에서 반사되어 돌아오는 광원(110)의 빛을 받아 스펙트럼 분석용 장비인 파장분할 광 검출기(140)에 전달한다. 여기서, 광 서큘레이터(120)는 입력 또는 출력 기능의 셋 이상의 단자를 구비하여 첫 번째 단자로 들어온 빛이 두 번째 단자로 나가고 두 번째 단자로 들어온 빛이 세 번째 단자로 나가는 방식의 비가역 회로형 광소자인 것일 수 있다.
- [0030] 다중모드 광섬유(130)는 광 서큘레이터(120)로부터 그 일단에 광원(110)의 빛이 전달되며, 또한 다중모드 광섬유(130)는 그 타단에서 광원(110)의 빛을 반사한다.
- [0031] 파장분할 광 검출기(140)는 광 서큘레이터(120)를 통해 다중모드 광섬유(130)의 타단에서 반사된 광원(110)의 빛을 전달받으며, 이렇게 광 서큘레이터(120)를 통해 전달되는 빛의 각 파장에 따른 빛의 세기를 측정한다.
- [0032] 위상 계산기(150)는 파장분할 광 검출기(140)에서 획득한 빛의 스펙트럼을 푸리에변환하여 그 푸리에변환 값의 위상을 구한다. 여기서, 위상 계산기(150)는 푸리에변환을 통한 값의 위상이 원주율만큼 변한 지점을 모드간 분산이 발생한 지점으로 판단한다. 이에 따라, 다중모드 광섬유(130)의 약한 세기의 모드에서도 모드간 간섭 발생 시 그 위상이 원주율만큼 변하므로, 기존의 도 1에 따른 시스템에서 사용되던 모드생성기 없이도 모드간 분산이 발생한 지점을 논리적으로 정확히 찾아낼 수 있다.
- [0033] 광케이블 커넥터(160)는 광 서큘레이터(120)에 다중모드 광섬유(130)의 일단을 연결한다. 즉, 광 서큘레이터(120)를 통해 나가는 광원(110)의 빛이 광케이블 커넥터(160)를 매개로 다중모드 광섬유(130)의 일단에 전달된다.
- [0034] 반사부(170)는 다중모드 광섬유(130)의 광원(110)의 빛을 반사하는 단부에 설치되어 빛 반사율을 높이는 기능을 한다.
- [0035] 다음은 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정방법에 대해 설명한다.
- [0036] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정방법을 보인 흐름도이다.
- [0037] 설명에 앞서 본 실시예에서 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치는 도 3의 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치를 예로 한 것이며, 따라서 이하의 설명에서 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치에 포함되는 각 구성의 부호는 도 3의 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치의 부호에 따른 것임을 밝혀 둔다.
- [0038] 도시된 바와 같이, 단계(S110)에서 통신하고자 하는 파장의 인접 영역에 광원(110)이 연속된 파장을 가진 빛을 방출한다.
- [0039] 단계(S120)에서, 광원(110)에서 방출된 빛이 광 서큘레이터(120)에 전달되고, 광 서큘레이터(120)는 전달되는 광원(110)의 빛을 다중모드 광섬유(130)에 전달한다. 여기서, 단계(S120)에는 광 서큘레이터(120)에서 나오는 빛이 광 서큘레이터(120)에 다중모드 광섬유(130)를 연결하는 광케이블 커넥터(160)를 매개로 다중모드 광섬유(130)에 전달되는 과정이 포함될 수 있다.
- [0040] 단계(S130)에서, 다중모드 광섬유(130)에 전달된 광원(110)의 빛이 다중모드 광섬유(130)의 일단에서 반사되어 광 서큘레이터(120)에 되돌아온다. 여기서, 단계(S130)에는 다중모드 광섬유(130)의 일단에 반사부(170)가 설치되어 이러한 반사부(170)가 광원(110)의 빛에 대한 반사율을 높이는 과정이 포함되는 것일 수 있다.
- [0041] 단계(S140)에서, 광 서큘레이터(120)가 다중모드 광섬유(130)의 일단에서 반사되어 되돌아온 광원(110)의 빛을 파장분할 광 검출기(140)에 전달한다.
- [0042] 단계(S150)에서, 파장분할 광 검출기(140)가 광 서큘레이터(120)를 통해 전달되는 빛의 각 파장에 따른 빛의 세기를 측정한다.
- [0043] 단계(S160)에서, 파장분할 광 검출기(140)에서 획득되는 빛의 스펙트럼을 위상 계산기(150)가 푸리에변환하여 그 푸리에 변환 값의 위상을 구한다. 여기서, 단계(S160)에는 위상 계산기(150)가 그 푸리에변환에 의한 값의 위상이 원주율만큼 변한 지점을 모드간 분산이 발생한 지점으로 판단하는 과정이 포함되는 것일 수 있다.
- [0044] 또한 단계(S120)에는 광원(110)에서 방출되는 한 종류의 빛을 기준으로 광 서큘레이터(120)의 첫 번째 단자에 광원(110)의 빛이 입력되어 광 서큘레이터(120)의 두 번째 단자를 통해 다중모드 광섬유(130)에 광원(110)의 빛

이 전달되는 과정이 포함될 수 있고, 단계(S160)에는 다중모드 광섬유(130)의 일단에서 반사되어 되돌아오는 빛이 광 서클레이터(120)의 두 번째 단자에 입력되어 광 서클레이터(120)의 세 번째 단자를 통해 파장분할 광 검출기(140)에 전달되는 과정이 포함되는 것일 수 있다.

- [0045] 도 5는 다중모드 광섬유의 모드간 분산이 발생한 지점에서 본 발명의 일 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치와 도 1에 따른 기존 시스템 간의 차이를 보인 것이다.
- [0046] 즉, (b)는 측정 대상을 통과한 빛의 스펙트럼을 푸리에변환하여 그 세기만을 이용하여 모드간 분산을 측정하는 기존 방식을 나타낸 것이고, (c)는 도 3의 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치에 의해 푸리에변환한 값의 위상이 원주율만큼 변한 지점을 모드간 분산이 발생한 지점으로 논리적인 판단을 하는 예를 나타낸 것이다.
- [0047] 그리고 도 6은 도 3의 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치를 통해 다중모드 광섬유의 모드간 분산을 측정한 예를 보인 도면이다.
- [0048] 광원은 850 nm 부근의 파장을 가진 빛을 방출하고, 이러한 광원의 빛 파장 영역에서 동작하는 광 서클레이터 및 파장분할 광 검출기를 이용하여 해당 파장 영역에서 동작하는 다중모드광섬유의 모드간 분산을 측정한 것이다. 또한 광섬유는 Corning사의 CPC6을 사용한 것으로서, 해당 파장에서 1363 MHz/km의 대역폭을 가진다. 이러한 조건을 적용하여 다중모드 광섬유의 모드간 분산을 본 발명의 도 3의 실시예에 따라 측정한 결과 도 6과 같이 0.566 ps/m의 정밀한 모드간 분산 측정을 할 수 있었고, 이를 대역폭으로 환산해보면 1325 MHz/km로 약 2.8%의 오차로 측정이 가능하였음을 알 수 있다.
- [0049] 또한 도 7은 도 3의 실시예에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치와 도 1에 따른 기존 시스템의 모드간 분산 측정의 결과를 비교하여 보인 도면이다.
- [0050] 즉, 도 7은 모드생성기의 유무에 따른 결과 차이를 알아보기 위한 실험의 결과물로서, 실험 구성은 도 3과 같으며, 모드생성기는 도 3의 광케이블 커넥터(160)의 바로 뒤쪽 5 cm 떨어진 곳에 설치했다. 모드생성기를 사용하지 않았을 때와 점점 강하게 사용했을 때의 모드간 분산 측정 결과를 도 7에 나타낸 것이며, 10회 측정하여 표준편차를 구하였다. 결과를 보면, 모드생성기를 사용하지 않더라도 사용한 경우와 비슷한 결과를 얻음을 확인할 수 있다.
- [0051] 상술한 도 3 내지 도 7을 참조한 설명에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법은, 다중모드 광섬유의 모드간 분산이 발생한 지점을 논리적으로 정확히 찾아낼 수 있게 하고, 따라서 다중모드 광섬유의 모드간 분산에 대한 신뢰도 높은 측정 결과를 얻을 수 있게 한다.
- [0052] 그리고 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정 시 약한 세기의 모드에서도 모드생성기 없이도 모드간 분산의 발생 지점을 정확히 찾아낼 수 있게 한다.
- [0053] 또한 기존의 다중모드 광섬유를 이용한 지역 통신 시설에서 데이터 통신량의 증가로 인해 통신시설 또한 고속 장비로 교체해야 함에 따라, 기존에 설치되어있던 다중모드 광섬유의 대역폭이 교체될 장비의 대역폭을 감당할 수 있는지 측정해야 하는 상황 발생 시, RF spectrum analysis method나 time-of-flight method로 이를 측정하려면, 다중모드 광섬유가 설치된 현장에 부피가 크고 고가인 장비를 설치하여 모드간 분산을 측정해야 하므로 이동성이나 가격면에서 비현실적이다.
- [0054] 이에 비해, 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법을 이용하면, 그 부피를 크게 줄일 수 있어 현장에 설치된 다중모드 광섬유의 모드간 분산을 측정하는데 현실적일 수 있는 동시에 다중모드 광섬유의 교체 비용을 절감할 수 있다. 이에 더하여 기존의 기술들에서 신뢰하지 못했던 부분을 개선하여 높은 신뢰성을 가지고 모드간 분산을 측정할 수 있음에 따라, 그 수요가 증가할 것으로 기대된다.
- [0055] 이는 최근 들어 다중모드 광섬유와 관련된 시장의 성장가능성이 증가하는 추세이고, 이에 따라 단일모드 광섬유를 이용한 통신의 발전과 함께 다중모드 광섬유 통신도 그 기회를 찾고 있는 점에 비춰볼 때, 최근 몇 년 간 Mode Divesion Multiplexing(MDM)이라는 기술 분야로 다양한 구현 방법들이 연구되어져 오고 있고, 이에 따라 다중모드 광섬유도 이에 맞는 성능으로 개발 및 제작되어야 하는바, 다중모드 광섬유의 성능을 결정하는 중요한 지표 중 하나인 모드간 분산 및 대역폭의 측정 장치가 주목받을 것으로 예상되고, 따라서 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법이 이러한 수요를 만족시킬 수 있는 유효 기술로써 기대된다.
- [0056] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 다중모드 광섬유의 모드간 분산의 측정장치 및 그 방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시 예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구

하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

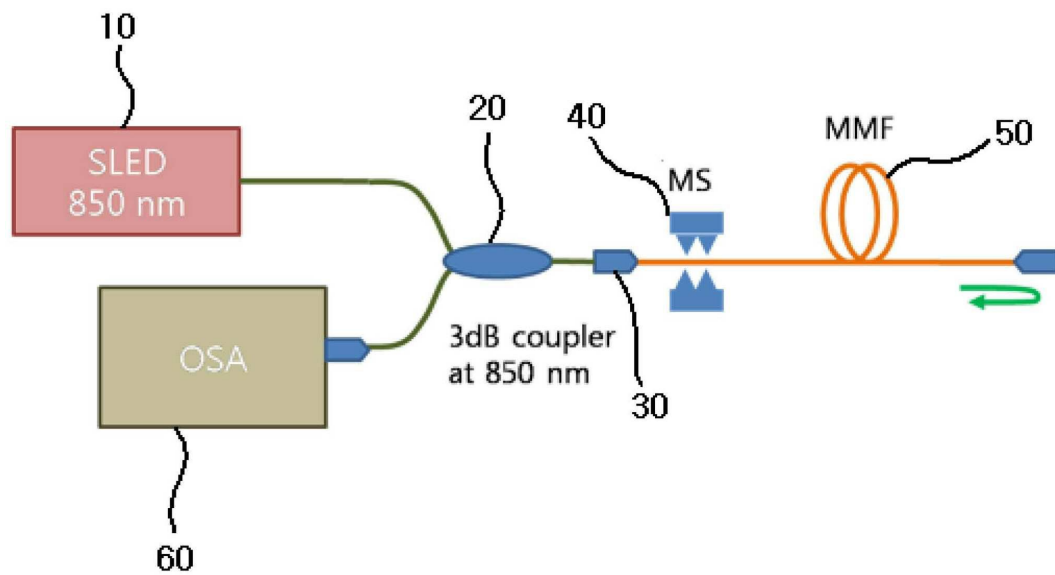
부호의 설명

[0057]

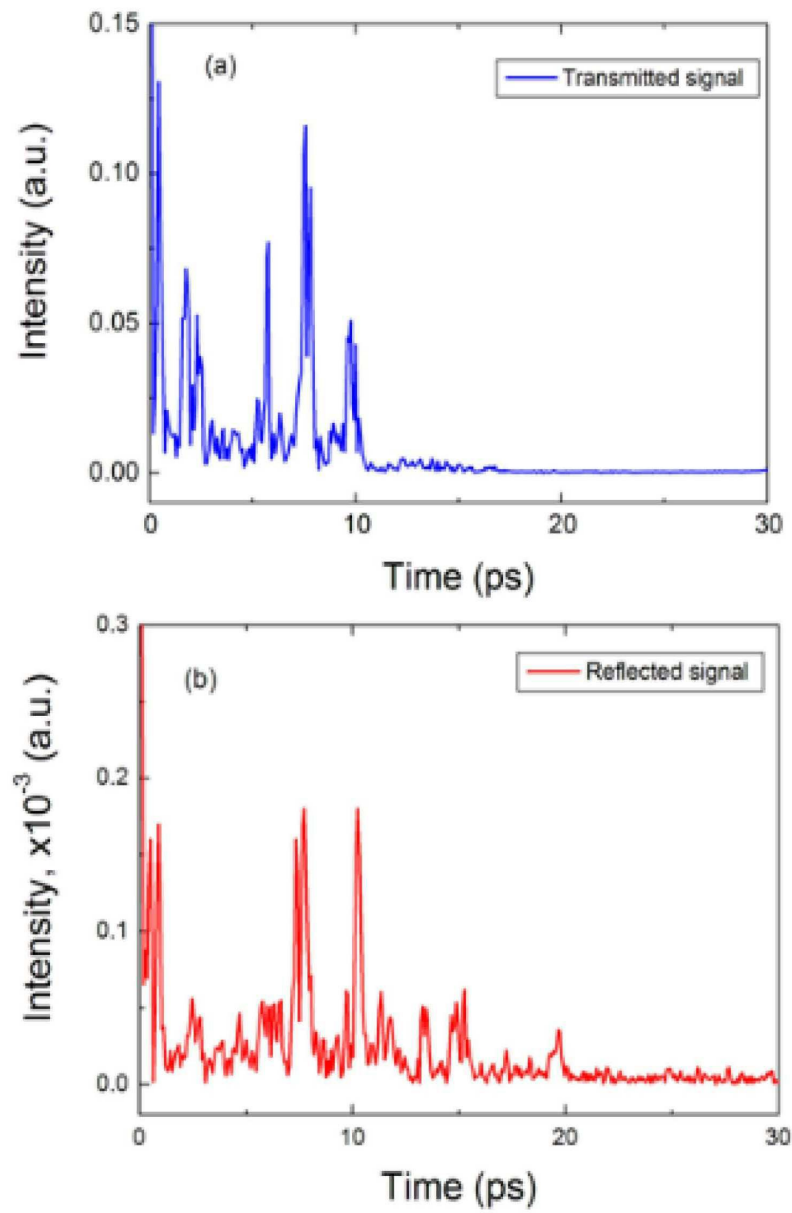
- | | |
|----------------|------------------|
| 110 : 광원 | 120 : 광 서클레이터 |
| 130 : 다중모드 광섬유 | 140 : 파장분할 광 검출기 |
| 150 : 위상 계산기 | 160 : 광케이블 커넥터 |
| 170 : 반사부 | |

도면

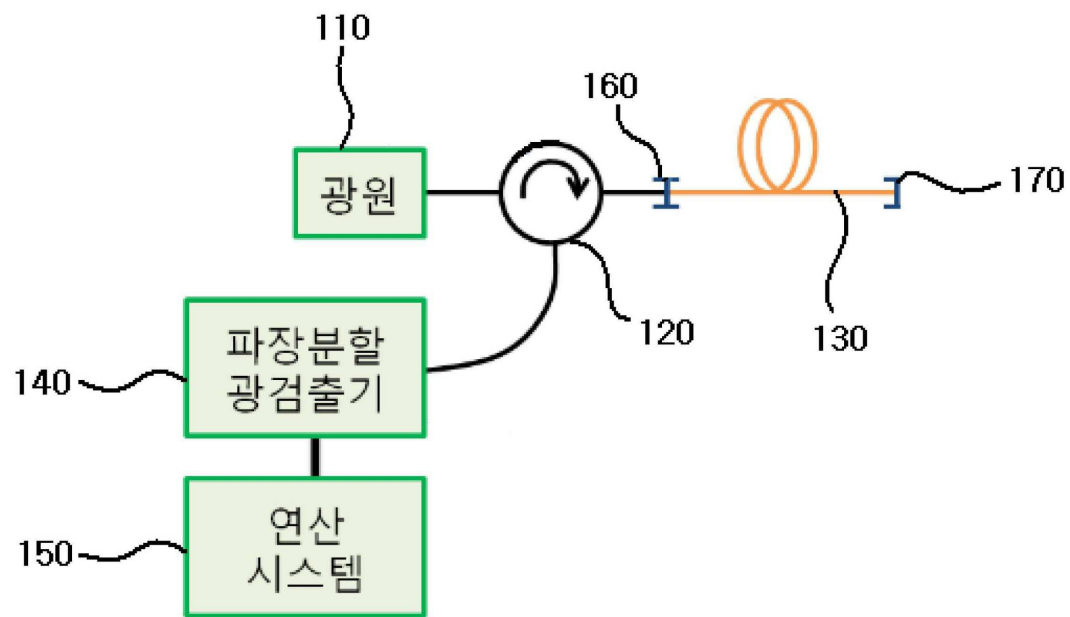
도면1



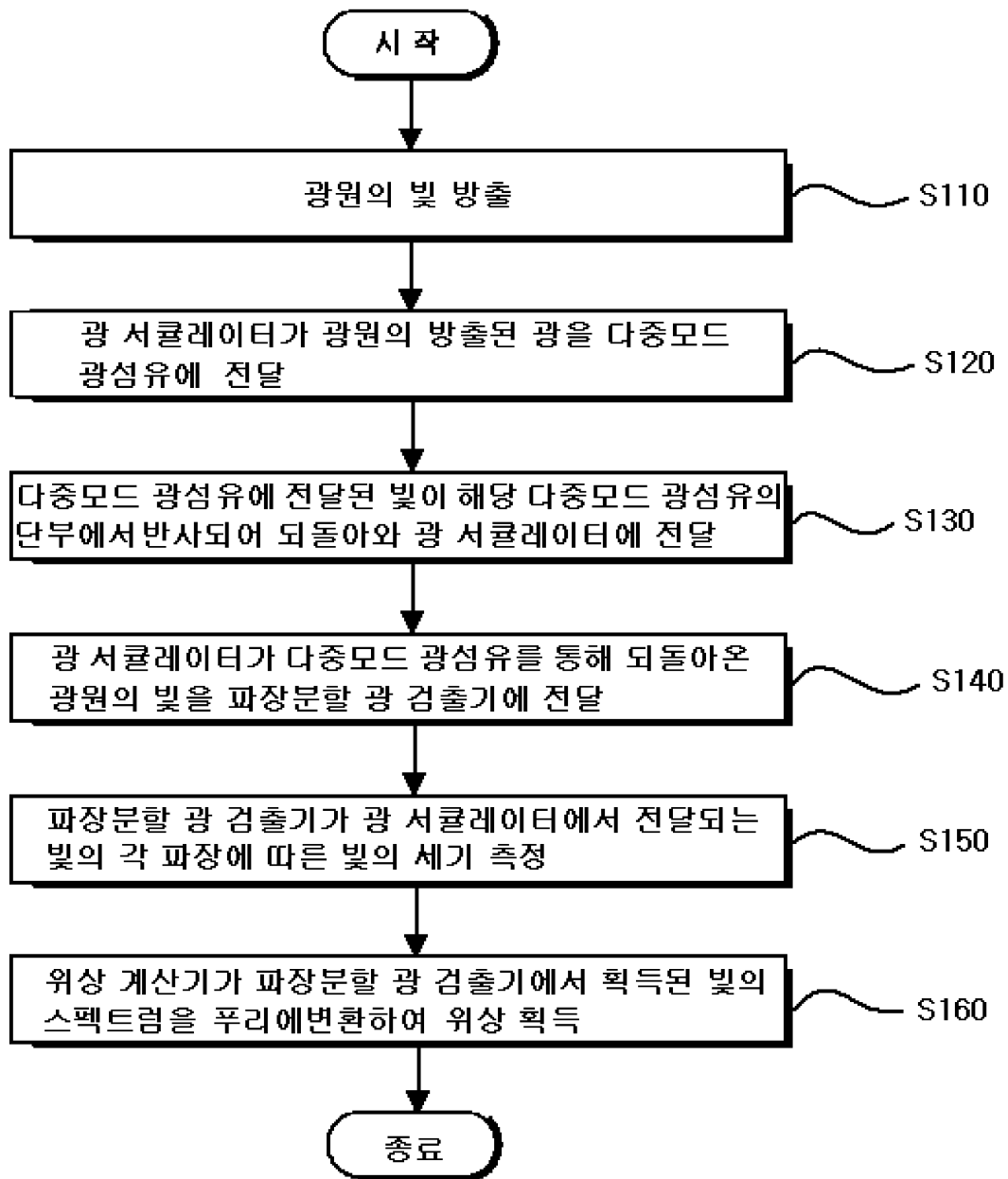
도면2



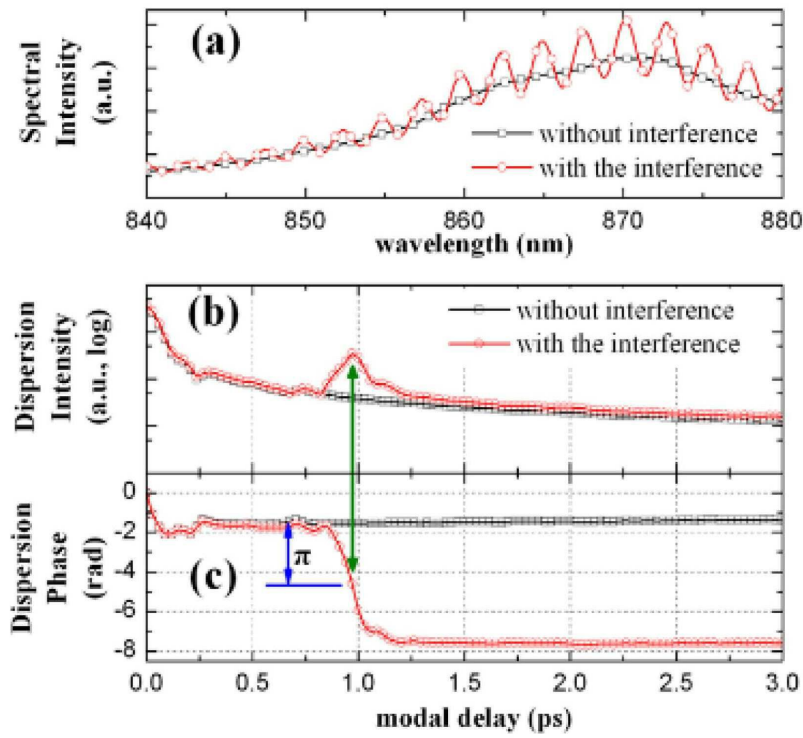
도면3



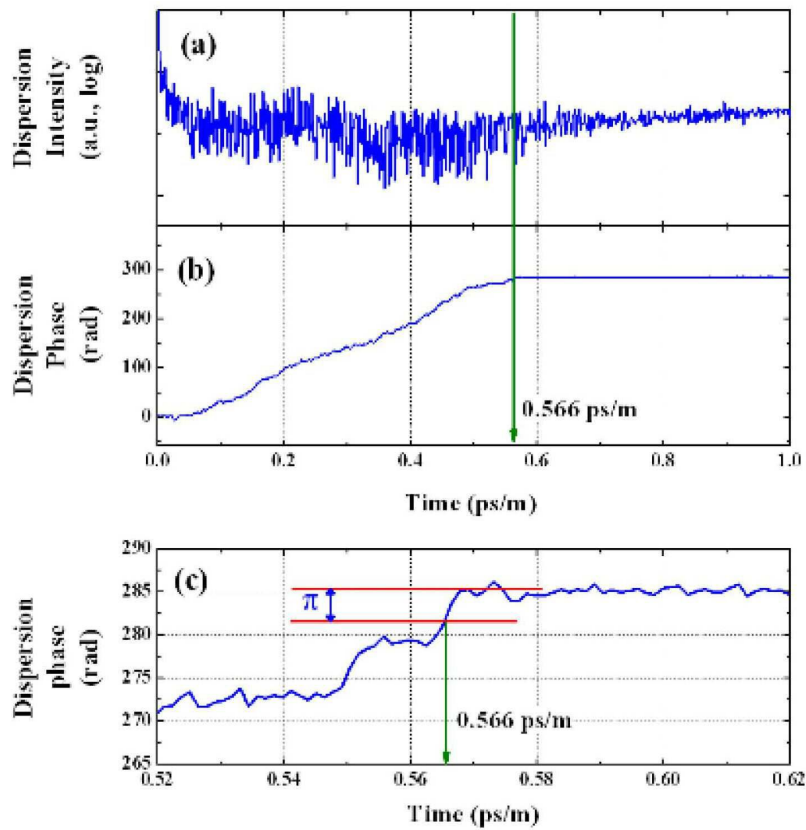
도면4



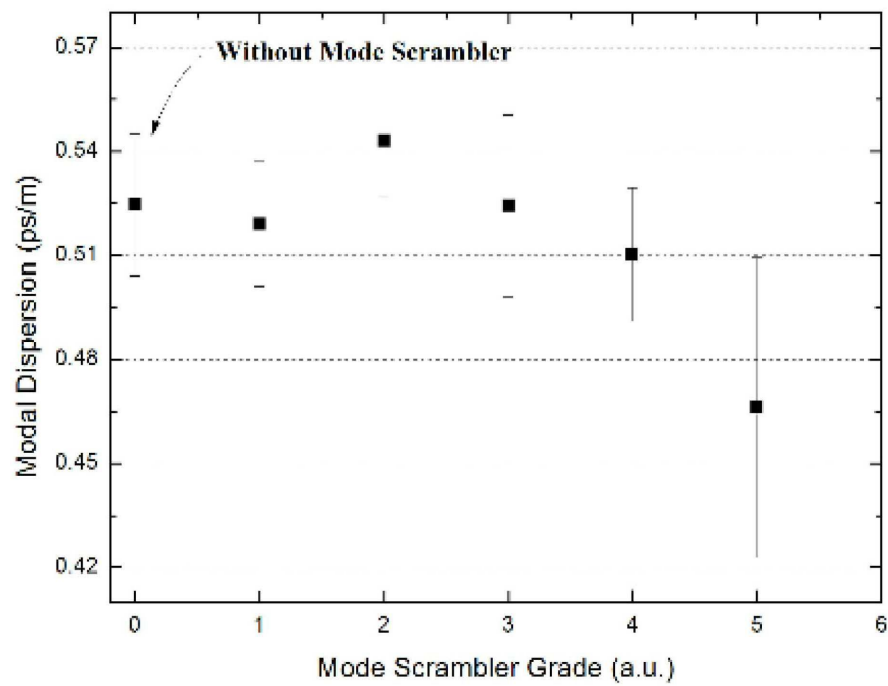
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6, 제4줄

【변경전】

상기 다중모드 광섬유에 전달되는 단계

【변경후】

다중모드 광섬유에 전달되는 단계