



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2015년07월29일  
 (11) 등록번호 10-1538914  
 (24) 등록일자 2015년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

**H04B 10/508** (2013.01)

(21) 출원번호 10-2013-0162366

(22) 출원일자 2013년12월24일

심사청구일자 2013년12월24일

(65) 공개번호 10-2015-0074509

(43) 공개일자 2015년07월02일

(56) 선행기술조사문헌

WO2012073590 A1

US20050259989 A1

(73) 특허권자

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자

이창희

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

유상화

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정중욱, 조현동, 진천웅

전체 청구항 수 : 총 9 항

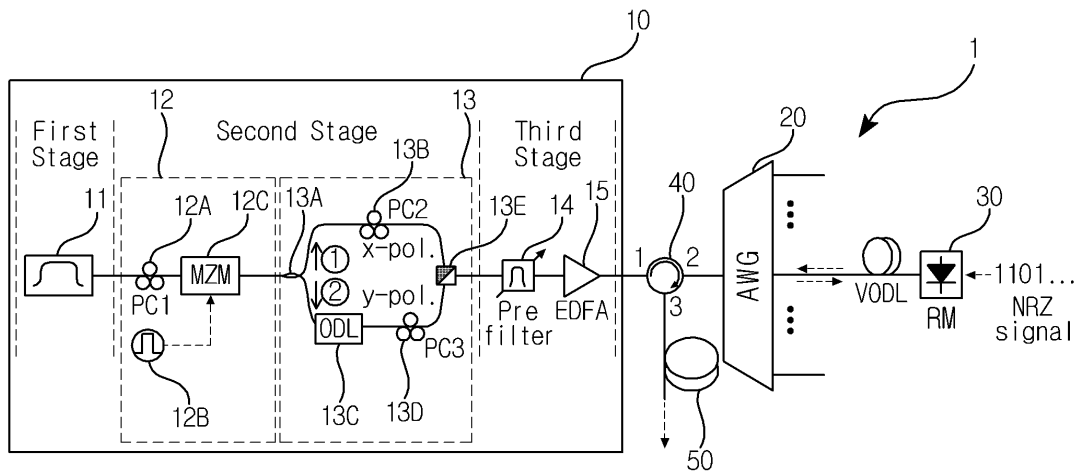
심사관 : 장진환

(54) 발명의 명칭 **간접잡음이 억제된 펄스 BLS 기반 광송신기**

**(57) 요약**

간접잡음이 억제된 펄스 BLS 기반 광송신기가 개시된다. 본 발명의 광원부는, 광대역 광원(BLS), BLS의 출력에 펄스를 주입하여, 단일 편광의 신호를 출력하는 주입부, 주입부의 출력을 분배하고 그 중 하나를 한주기 지연하여 결합하는 광 제어부, 및 광 제어부의 출력을 증폭하는 광증폭부를 포함한다.

**대표도** - 도3



(72) 발명자

**문상록**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

**계명균**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

**한승철**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

**손동협**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013-PK10-26  
 부처명 미래창조과학부  
 연구관리전문기관 한국정보통신기술협회(TTA)  
 연구사업명 방송통신연구개발사업  
 연구과제명 과장무관 메트로 WDM 기술 표준 개발  
 기여율 1/2  
 주관기관 한국과학기술원(KAIST)  
 연구기간 2013.03.01 ~ 2016.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 09-911-05-044  
 부처명 미래창조과학부  
 연구관리전문기관 방송통신전파진흥원  
 연구사업명 방송통신인프라원천기술개발  
 연구과제명 광통신망 및 광가입자망을 위한 저잡음 다파장 광원 개발  
 기여율 1/2  
 주관기관 한국과학기술원(KAIST)  
 연구기간 2009.03.01 ~ 2014.02.28

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광대역 광원;

상기 광원의 출력에 펄스를 주입하여, 단일 편광의 펄스-BLS를 출력하는 주입부;

두 개의 직교 편광된 광으로부터 생성된 각각의 광진류들이 서로 상쇄간섭을 일으켜 잡음이 제거되도록, 상기 단일 편광의 펄스-BLS를 두 개의 경로로 50 대 50 분배하고 그 중 하나의 경로의 광을 한 펄스 주기만큼 지연하고, 상기 두 개의 경로의 광이 가지는 편광이 수직이 되도록 제어한 후, 상기 두 개의 경로의 광을 결합하여 무편광 펄스-BLS를 출력하는 광 제어부; 및

상기 광 제어부의 출력을 증폭하는 광증폭부를 포함하고,

상기 주입부는,

상기 광원의 출력에 펄스를 주입하는 변조부; 및

상기 변조부 전단에 배치되어, 상기 광원로부터 입력되는 광의 편광이 상기 변조부가 가지는 편광과 동일한 방향으로 편광되도록, 상기 입력되는 광의 편광을 제어하는 제1제어부를 포함하고,

상기 변조부는,

상기 제1제어부로부터 편광이 제어된 상기 광원의 출력에 펄스를 주입하여 상기 단일 편광의 펄스-BLS를 출력하는 광원부.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 광원은,

단일 편광된 광을 출력하는 광원부.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 광원은, 무편광된 광을 출력하고,

상기 광원부는 무편광된 광 중 어느 하나의 편광된 광을 분리하는 광분리부를 더 포함하는 광원부.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 주입부는,

소정 주파수의 클럭신호를 제공하는 펄스제공부를 포함하고,

상기 변조부는,

상기 제1제어부의 출력에 상기 펄스제공부가 제공하는 클럭신호를 변조하는 광원부.

#### 청구항 5

삭제

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 광 제어부는,  
입력되는 단일 편광의 펄스-BLS를 제1경로 및 제2경로로 50 대 50 분배하는 분배부;  
제2경로의 광을 제1경로의 광보다 한 펄스 주기 지연하는 광지연부; 및  
제1경로의 광 및 상기 광지연부에 의해 지연된 제2경로의 광을 결합하는 결합부를 포함하는 광원부.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 광 제어부는,  
제1경로의 광의 편광과 제2경로의 광이 편광이 서로 수직이 되도록 각각 제어하는 제2 및 제3제어부를 더 포함하는 광원부.

**청구항 8**

제1항에 있어서,  
상기 광증폭부의 전단에서, 소정 대역으로 입력되는 광을 스펙트럼 분할하는 필터부를 더 포함하는 광원부.

**청구항 9**

제1항 내지 제4항 및 제6항 내지 제8항 중 어느 하나의 항의 광원부;  
상기 광원부로부터 입력되는 펄스가 주입된 광을 과장에 따라 역다중화하는 역다중화부;  
상기 역다중화부로부터 수신된 펄스가 주입된 광에 데이터를 변조하여 반사하는 복수의 반사형 모듈레이터; 및  
상기 복수의 반사형 모듈레이터로부터 입력되는 복수의 신호를 다중화하는 다중화부를 포함하고,  
상기 복수의 반사형 모듈레이터는,  
입력되는 NRZ(non-return-to-zero)신호에 의해 구동되어, RZ(return-to-zero) 광신호를 생성하여, 상기 다중화부로 반사하는 광송신기.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제9항에 있어서,  
상기 반사형 모듈레이터에 입력되는 광과 전기적 NRZ 신호를 동기화하는 동기화부를 더 포함하는 광송신기.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 간섭잡음이 억제된 펄스 BLS 기반 광송신기에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0001]

- [0002] 최근 동영상 중심의 서비스에 대한 가입자의 광대역 수요를 다루기 위해, 파장분할 다중방식(Wavelength Division Multiplexing; WDM) 광통신 시스템이 차세대 네트워크로 고려되고 있다. 이는 매우 높은 비트-레이트를 제공할 수 있다.
- [0003] 도 1은 일반적인 WDM 시스템에서 파장에 무관하게 동작할 수 있는 광송신기를 대략적으로 도시한 도면이다.
- [0004] 이때 사용되는 광대역 광원(Broadband Light Source; BLS)(100)은 자연증폭방출(Amplified Spontaneous Emission; ASE) 기반의 광원이고, 반사형 모듈레이터(reflective modulator; RM)(200)는, 파장분할 다중화/역다중화부(300)에 의해 스펙트럼 분할된 광원(100)의 신호를 변조하여 송신하는 소자로서, 증폭, 모듈레이터 및 잡음 억제 기능 수행한다.
- [0005] 종래 사용되는 BLS(100)의 구성을 설명하면 다음과 같다. 도 2는 도 1에서 BLS의 상세 구성도이다.
- [0006] BLS(100)는 제1스테이지(first stage) 및 제2스테이지(second stage)로 구성되며, 제2스테이지에서 펌프(pump) 레이저 다이오드(Laser Diode; LD)(110)에 의해 생성된 C-밴드 또는 L-밴드의 초기광이 어븀 첨가 파이버(Erbium Doped Fiber; EDF)(120)에 의해 증폭되어, 초기 C-밴드 또는 L-밴드 ASE가 생성되고, 이득 평탄화 필터(Gain Flattening Filter; GFF)(130)에 의해 이득이 평탄화된 광은, 다시 제1스테이지의 EDF(140) 및 펌프 LD(150)에 의해 증폭되어 최종 출력된다.
- [0007] 그러나, 이와 같은 종래의 광원은, 각각의 스테이지에서 고출력의 펌프 LD(110, 150)를 필요로 하므로, 비용이 증가하게 되는 문제점이 있고, 광세기잡음으로 인해서, 약 10Gb/s 이상의 높은 광전송 시스템을 구현하는데 한계가 발생하는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 간섭잡음이 억제된 펄스-BLS를 주입함으로써, 비용 효율적이면서 전송성능을 향상할 수 있는 광송신기를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예의 광원부는, 광대역 광원(BLS); 상기 BLS의 출력에 펄스를 주입하여, 단일 편광의 신호를 출력하는 주입부; 상기 주입부의 출력을 분배하고 그 중 하나를 한 펄스 주기 지연하여 결합하는 광 제어부; 및 상기 광 제어부의 출력을 증폭하는 광증폭부를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일실시예에서, 상기 BLS는, 단일 편광된 광을 출력할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일실시예에서, 상기 BLS는, 무편광된 광을 출력하고, 상기 광원부는 무편광된 광 중 어느 하나의 편광된 광을 분리하는 광분리부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일실시예에서, 상기 주입부는, 소정 주파수의 클럭신호를 제공하는 펄스제공부; 및 상기 BLS의 출력에 상기 펄스제공부가 제공하는 클럭신호를 변조하는 변조부를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에서, 상기 주입부는, 상기 변조부 전단에 배치되어, 입력되는 광의 편광과 상기 변조부의 편광이 동일한 방향으로 편광하도록, 입력되는 광의 편광을 제어하는 제1제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에서, 상기 광 제어부는, 입력되는 광을 제1경로 및 제2경로로 분배하는 분배부; 제2경로의 광을 제1경로의 광보다 한 펄스 주기 지연하는 광지연부; 및 제1경로의 광 및 상기 광지연부에 의해 지연된 제2경로의 광을 결합하는 결합부를 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에서, 상기 광 제어부는, 제1경로의 광의 편광과 제2경로의 광이 편광이 수직이 되도록 각각 제어하는 제2 및 제3제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예의 광원부는, 상기 광증폭부의 전단에서, 소정 대역으로 입력되는 광을 스펙트럼 분할하는 필터부를 더 포함할 수 있다.

- [0017] 또한, 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예의 광송신기는, 상기 광원부; 상기 광원부로부터 입력되는 펄스가 주입된 광을 역다중화하는 역다중화부; 상기 역다중화부로부터 수신된 펄스가 주입된 광을 전기적 NRZ 신호로 변조하는 복수의 반사형 모듈레이터; 및 상기 복수의 반사형 모듈레이터로부터 입력되는 복수의 신호를 다중화하는 다중화부를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일실시예에서, 상기 반사형 모듈레이터는, RZ 광신호를 출력할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일실시예의 광송신기는, 반사형 모듈레이터에 입력되는 광과 전기적 NRZ 신호를 동기화하는 동기화부를 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0020] 상기와 같은 본 발명은, 간섭잡음이 억제된 펄스-BLS를 주입함으로써, 낮은 주입파워에서 전향오류정정(Forward Error Correction; FEC) 코드의 임계치(FECth)를 만족하고, 주입파워를 줄여도 수신파워를 동일하게 할 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 일반적인 WDM 시스템에서 파장에 무관하게 동작할 수 있는 광송신기를 대략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에서 BLS의 상세 구성도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 광송신기의 일실시예 구성도이다.
- 도 4a는 도 3의 펄스주입부의 출력신호를 나타내는 일예시도이다.
- 도 4b는 도 3의 광 제어부의 출력신호를 나타내는 일예시도이다.
- 도 4c는 본 발명의 광송신기의 출력신호를 나타내는 일예시도이다.
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 광원부의 성능을 설명하기 위한 일예시도이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 광송신기의 다른 실시예의 구성도이다.
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 광송신기가 적용되는 WDM 시스템의 일실시예 구성도이다.
- 도 10a 및 도 10b는 주입광원에 따른 10Gb/s 전송특성을 설명하기 위한 BER을 나타낸 일예시도이다.
- 도 11은 주입광원에 따라 펄스-BLS의 성능을 비교하기 위한 일예시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.
- [0024] 도 3은 본 발명에 따른 광송신기(1)의 일실시예 구성도이다.
- [0025] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 광송신기(1)는, 광원부(10), 파장분할 다중화/역다중화부(20), 반사형 모듈레이터(RM)(30), 서큘레이터(40)를 포함할 수 있다. 다만, 본 발명의 반사형 모듈레이터(30)의 설명에서, 하나의 소자로 구성되는 것처럼 도시하였으나, 하나의 소자로 구성될 수도 있고, 복수의 소자로 구성될 수도 있는 것은 자명하다. 복수의 소자로 구성되는 예에 대해서는 추후 설명한다.
- [0026] 본 발명의 광원부(10)는, 제1스테이지(first stage), 제2스테이지(second stage) 및 제3스테이지(third stage)로 구성될 수 있다.

- [0027] 제1스테이지는 초기 C-밴드 또는 L-밴드의 ASE를 생성하기 위한 단계로서, BLS(11)를 포함할 수 있다. BLS(11)는 C-밴드 또는 L-밴드의 ASE를 생성하는 편광 BLS이며, 예를 들어 비용효율이 높은 초발광 다이오드(Superluminescent Diode; SLD)일 수도 있고, 또는 반사형 반도체광증폭기(Reflective Semiconductor Optical Amplifier; RSOA)일 수도 있다. 또한, BLS(11)는, 분산(dispersion) 효과를 감소하기 위해, 페브리-페로 레이저 다이오드(Fabry-Perot Laser Diode; F-P LD) 또는 상호 주입된 FP-LD일 수도 있다. 다만, 본 발명의 BLS(11)가 이에 한정되는 것은 아니며, ASE 광을 생성할 수 있는, 비용효율이 높은 다양한 소자가 적용될 수 있을 것이다.
- [0028] 제2스테이지는, 펄스를 주입한 광원의 간섭을 제거하는 단계로서, 펄스주입부(12)와 광 제어부(13)를 포함한다. 또한, 펄스주입부(12)는, 제1편광제어부(12A), 펄스제공부(12B) 및 변조부(12C)를 포함할 수 있고, 광 제어부(13)는 분배부(13A), 제2편광제어부(13B), 광지연부(Optical Delay; ODL)(13C), 제3편광제어부(13D) 및 편광빔 콤바이너(Polarization Beam Combiner; PBC)(13E)를 포함할 수 있다.
- [0029] 우선, 변조부(12C)는 소정 편광을 가지는 모듈레이터로서, 예를 들어 마하 켄더 모듈레이터(Mach-Zehnder modulator; MZM)일 수 있다. 변조부(12C)가 소정 편광을 가지며, BLS(11) 역시 소정 편광을 가지므로, 제1편광 제어부(12A)는 BLS(11)와 변조부(12C)의 편광을 제어하여, 동일한 방향(예를 들어 X-방향)으로 편광되도록 할 수 있다.
- [0030] 펄스제공부(12B)는 반사형 모듈레이터(30)에 제공되는 데이터 레이트(rate)와 동일한 주파수의 클럭신호를 제공할 수 있다. 펄스제공부(12B)는 예를 들어 10.7GHz의 클럭신호를 제공할 수 있다.
- [0031] 즉, BLS(11)로부터 출력되는 ASE 주입광은 펄스제공부(12B)와 변조부(12C)에 의해 펄스-BLS로 변조될 수 있다. 도 4a는 도 3의 펄스주입부(12)의 출력신호를 나타내는 일예시도이다. 도면에 도시된 바와 같이, 펄스주입부(12)로부터 출력되는 광은, 연속파(continuous wave)에 펄스가 인가된 것으로, 단일 편광되어 있다.
- [0032] 한편, 광 제어부(13)의 분배부(13A)는 입력되는 펄스-BLS를 50: 50으로 분배하여 제1경로(①)와 제2경로(②)에 제공한다.
- [0033] 제2경로(②)의 광지연부(13C)는 입력되는 펄스-BLS를 한 펄스 주기만큼 지연할 수 있다.
- [0034] 제2편광제어부(13B)와 제3편광제어부(13D)는 제1경로(①)와 광과 광지연부(13C)를 통과한 광이 서로 수직으로 편광되도록 제어할 수 있다. 즉, 제2편광제어부(13B)를 통과한 광이 X 방향으로 편광된 경우, 제3편광제어부(13D)를 통과한 광은 Y-방향으로 편광될 수 있다.
- [0035] PBC(13E)는 제1경로와 제2경로의 광을 결합하며, 이에 의해 X 방향의 광과, 한 펄스 주기 지연된 Y 방향의 광이 결합하여 출력될 수 있다.
- [0036] 도 4b는 도 3의 광 제어부(13)의 출력신호를 나타내는 일예시도이다. 도면에 도시된 바와 같이, X 방향으로 편광된 광과, 한 펄스 주기 지연된 Y 방향으로 편광된 광이 결합하여 출력하고 있음을 알 수 있다.
- [0037] 제3스테이지는 전단필터(pre-filter)(14) 및 광증폭부(15)를 포함할 수 있다. 전단필터(14)는 선택적인 것으로서, 과장분할 다중화/역다중화부(20)의 필터링 효과를 완화하기 위한 것이다. 전단필터(14)의 대역폭은 과장분할 다중화/역다중화부(20)의 대역폭의 약 70%일 수 있으며, 소정 대역으로 입력되는 광을 스펙트럼 분할할 수 있다.
- [0038] 광증폭부(15)는, 예를 들어 어븀첨가 파이버 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier; EDFA)일 수 있으며, 입력되는 광을 증폭하여 출력할 수 있다.
- [0039] 이와 같이 광원부(10)에서 출력된 광은 서클레이터(40)에 의해 과장분할 다중화/역다중화부(20)로 입력되고, 과장분할 다중화/역다중화부(20)는 스펙트럼별로 역다중화하여 각각 반사형 모듈레이터(30)에 입력할 수 있다. 과장분할 다중화/역다중화부(20)는, 예를 들어 배열 도파로 격자(Arrayed-Waveguide Grating; AWG)일 수 있다.
- [0040] 본 발명의 반사형 모듈레이터(30)는, 과장분할 다중화/역다중화부(20)로부터 과장분할된 광에 데이터를 변조하고, 반사하여 다시 과장분할 다중화/역다중화부(20)로 입력한다. 과장분할 다중화/역다중화부(20)는, 입력되는 과장분할되어 변조된 광을 다중화하고, 다중화된 광은 서클레이터(40)를 통해 전송 파이버(50)로 전송될 수 있다.

- [0041] 본 발명에서 반사형 모듈레이터(30)에 입력되는 전기적 신호는 NRZ(non-return-to-zero) 신호일 수 있다. 펄스 트레인의 주입광이 NRZ 신호에 의해 구동되는 반사형 모듈레이터(30)에 입력되면, RZ(return-to-zero) 광신호가 출력된다. 보통, 간섭성 광원(coherent light)에 대해서는 RZ 포맷이 NRZ 포맷보다 광섬유 분산에 취약한데, 이는 RZ 포맷이 NRZ보다 더 넓은 스펙트럼 라인폭(linewidth)을 가지기 때문이다. 그러나 스펙트럼이 분할된 광에 대해, 스펙트럼 라인폭은 대역폭을 분할에 의해 결정되므로, 인접 비트간 마진이 큰 RZ 포맷이 NRZ 포맷보다 분산 유도된 펄스를 넓게 하기에 유리하여, 색분산에 대해 큰 내성을 갖는다. 뿐만 아니라, RZ 신호는 NRZ 신호에 비해서 신호 대 잡음비가 우수하기 때문에 수신기의 감도를 향상시킬 수 있다.
- [0042] 보통 RZ 신호의 생성을 위해 넓은 대역폭을 갖는 모듈레이터나 수신기를 필요로 하는데, 본 발명은 전기적 NRZ 신호를 이용하여 RZ 광신호를 생성할 수 있으므로, 광대역 모듈레이터나 수신기가 요구되지 않으면서 수신기 감도를 향상할 수 있는 RZ 포맷의 신호를 생성할 수 있다.
- [0043] 한편, 도 3에 도시된 바와 같이, 반사형 모듈레이터(30) 전단에는 가변 광지연부(Variable Optical Delay Line; VODL)가 사용될 수 있다. VODL은 반사형 모듈레이터(30)로 주입되는 광펄스와, 변조되는 전기적 NRZ 신호를 동기화할 수 있다.
- [0044] 도 4c는 본 발명의 광송신기의 출력신호를 나타내는 일예시도로서, 반사형 모듈레이터(30)에서 출력된 광이 파장분할 다중화/역다중화부(20)에 의해 다중화되어 서큘레이터(40)를 통해 전송 파이버로 출력되는 것을 나타낸 것이다. 도면에 도시된 바와 같이, RZ 광신호가 출력되고 있음을 알 수 있다.
- [0045] 도 5 및 도 6은 본 발명의 광원부(10)의 성능을 설명하기 위한 일예시도로서, 도 5에서 A는 도 1의 BLS(100)가 선형 편광된 경우 ASE 주입파위에 대한 상대세기잡음(Relative Intensity Noise; RIN)을 나타낸 것이고, B는 도 1의 BLS(100)가 무편광인 경우 ASE 주입파위에 대한 RIN을 나타낸 것이며, C는 본 발명의 광원부(10)의 ASE 주입파위에 대한 RIN을 나타낸 것이다.
- [0046] 도면에 도시된 바와 같이, 종래의 편광 BLS(A)에 비해서는 4dB 잡음이 감소되고, 무편광 BLS(B)에 비해서는 1dB 잡음이 감소된 것을 알 수 있다. 즉, 본 발명은, 무편광 BLS(B)와 동일한 RIN을 얻고자 할 때, 주입광 파워를 3dB 정도 낮출 수 있다.
- [0047] 한편, 도 6에서, D는 도 1에서 편광 BLS의 주파수에 대한 RIN을, E는 무편광 BLS의 주파수에 대한 RIN을, G는 본 발명의 광원부(10)의 주파수에 대한 RIN을 나타낸 것이다. F는 송신기에서 입력신호의 RIN을 나타낸 것이다. 네 경우 모두 -12dBm 주입광 파워에서 측정된 것이다.
- [0048] 반사형 모듈레이터에 ASE 광원이 주입되면, 주입된 빛의 세기가 증가할수록 이득이 감소하는 이득포화(gain saturation) 현상이 발생하므로, 도면에 도시된 바와 같이, 무편광 BLS(E)의 경우 모듈레이터의 이득포화 현상에 의해 저주파 대역의 잡음은 편광 BLS(D)에 비해 약 10dB 감소되나, 고주파 대역의 잡음은 효과적으로 억제시킬 수 없다. 본 발명의 광원부(10)에 의하면 광 제어부(13)에 의해 약 5.35GHz 대역에서 넓은 주파수대역에 걸쳐 효과적으로 잡음특성을 개선할 수 있다.
- [0049] 도 7은 본 발명에 따른 광송신기의 다른 실시예의 구성도로서, 제1스테이지에 광원으로서, 무편광 BLS(16)가 사용되고 편광분리부(17)가 더 배치되는 구성이 도 3의 실시예와 상이한 것이므로, 나머지 구성요소에 대한 설명은 생략한다.
- [0050] 본 발명의 다른 실시예에서는, 무편광 BLS(16)로서, 예를 들어 EDFA가 사용될 수 있으며, EDFA는 수직인 두개의 편광을 가지는 것으로서, 편광분리부(17)에 의해 하나의 편광만이 분리되어 본 발명의 제2스테이지로 입력될 수 있다. 한편, 편광분리부(17)에 의해 분리된 다른 하나의 편광은 다른 광송신기에 사용될 수도 있을 것이다.
- [0051] 도 8 및 도 9는 본 발명의 광송신기가 적용되는 WDM 시스템의 일실시예 구성도로서, 도 8은 10Gb/s 다운스트림 신호 전송을 설명하기 위한 것이고, 도 9는 업스트림 신호 전송을 설명하기 위한 것이다.



- [0052] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 광송신기(1)가 적용되는 WDM 시스템은, 헤드-엔드(head-end)로서 광송신기(1)로부터 전송되는 광을 역다중화부(2)가 역다중화하여, 복수의 테일-엔드 설비(Tail-end Equipment; TEE)(3)로 전송된다. 본 발명의 일예에서, 광송신기(1)의 과장분할 다중화/역다중화부(20)가 40개의 과장으로 다중화하여 전송하는 것을 예를 들어 나타내었으므로, TEE는 40개로 설명되어 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 간략을 위하여 헤드-엔드 설비(Head-End Equipment; HEE) 역시 하나만을 도시하였으나, 40개의 HEE가 TEE로 송신할 수 있는 것임은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 자명하다 할 것이다.
- [0053] 도 8의 일예에서는 도 3의 편광 BLS(11)가 사용되는 예를 설명하였으나, 도 7의 무편광 BLS(16)가 사용될 수도 있음은 자명하다.
- [0054] BLS(11)로부터 출력되는 CW ASE는 펄스주입부(12)에 의해 펄스가 주입된다. 분배부(13A)에 의해 동일한 광세기로 분리된 펄스가 주입된 광은, 한 펄스 주기 지연되어 편광이 수직이 되도록 결합되고, 차단필터(14)에 의해 스펙트럼 분할되고 광증폭부(15)에 의해 증폭되어 출력된다.
- [0055] 이 출력된 광은, 서클레이터(40)에 의해 과장분할 다중화/역다중화부(20)로 입력되고, 과장분할 다중화/역다중화부(20)가 역다중화하여 반사형 모듈레이터(30)에 입력될 수 있다.
- [0056] 반사형 모듈레이터(30)는 반사형 전계흡수 변조기(Reflective Electro-Absorption Modulator; REAM)와 반도체 광증폭기(Semiconductor Optical Amplifier; SOA)가 집적된 SOA-REAM일 수 있다. SOA는 입력되는 광을 감응역제 및 증폭하여 반사하고, REAM은 10.7GHz의 NRZ 신호를 해당 광에 변조한다. SOA-REAM으로 입력되는 광은 펄스-BLS이므로, NRZ 신호를 RZ 신호로 출력할 수 있다.
- [0057] 반사형 모듈레이터(30)를 통해 데이터 신호가 변조된 RZ 광신호는 과장분할 다중화/역다중화부(20)를 통해 다중화되어, 분산보상 파이버(Dispersion Compensating Fiber; DCF)와 광증폭기를 거쳐 싱글모드 파이버(Single Mode Fiber; SMF)를 전파하게 된다. 역다중화부(2)에서 역다중화된 RZ 광신호는 TEE의 광수신부(70)로 전달될 수 있다.
- [0058] 한편, 도 9는 업스트림 신호전송을 설명하기 위한 것으로서, 광원부(10)에서 출력된 펄스-BLS는 서클레이터(40)에 의해 DCF와 SMF를 통해 다중화/역다중화부(2)에서 역다중화되어, TEE(3)에 제공되는 반사형 모듈레이터(30)에 의해 RZ 포맷으로 변조된다. 변조된 펄스-BLS는 다중화/역다중화부(2)에서 다중화되어, 헤드-엔드(1)의 서클레이터(40)를 통해 과장분할 다중화/역다중화부(20)에 의해 역다중화되어 수신부(60)가 수신할 수 있다.
- [0059] 도 10a 및 도 10b는 주입광원에 따른 10Gb/s 전송특성을 설명하기 위한 비트에러레이트(Bit Error Rate; BER)를 나타낸 일예시도로서, 도 10a는 무편광의 CW-BLS가 주입광원으로 사용되고 신호전송 포맷이 NRZ인 경우 주입파위에 따른 BER 곡선이고, 도 10b는 본 발명의 펄스-BLS가 주입광원으로 사용되고 신호전송 포맷이 RZ인 경우 주입파위에 따른 BER 곡선을 나타낸다.
- [0060] 도 10a에 도시된 바와 같이, 종래의 광송신기에 의하면, 1세대 FEC 임계치(FECth),  $1.8 \times 10^{-4}$ 를 -18dBm의 주입파워(ITU-T 국제표준 G.698.3)에서 정의된 최소주입파워)에서 만족시키기 위해서는 9dB의 파워 페널티를 가진다. 그러나, 본 발명의 광송신기에 의하면, -18dBm의 주입파워에서 2dB의 파워 페널티에서 FECth를 만족시킬 수 있다. 즉, 본 발명의 광송신기에 의하면, 종래 CW-BLS/NRZ에 비해서 파워 페널티를 7dB 개선할 수 있다.
- [0061] 도 11은 주입광원에 따라 펄스-BLS의 성능을 비교하기 위한 일예시도로서, 본 발명의 광 제어부(MZI)(13)가 사용되지 않은 무편광 펄스-BLS와 편광 펄스-BLS에 비해, 본 발명과 같이 광 제어부(MZI)(13)가 사용된 펄스-BLS를 나타낸 것이다.
- [0062] 도면에 도시된 바와 같이, 무편광 펄스-BLS에 비해, 본 발명의 광 제어부(MZI)(13)가 사용된 펄스-BLS가 동일한 수신파워를 획득하기 위해 주입파워를 약 3dB 낮출 수 있다. 더불어, 편광 펄스-BLS는 -12dBm의 주입파워에 대해서도 FECth를 만족하기 어려움을 볼 수 있으나, 본 발명의 광 제어부(MZI)(13)가 사용된 펄스-BLS는 BLS는 편광 BLS, 무편광 BLS 관계없이 동일한 성능을 제공할 수 있는 강점을 가진다.
- [0063] 이상에서 본 발명에 따른 실시예들이 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식

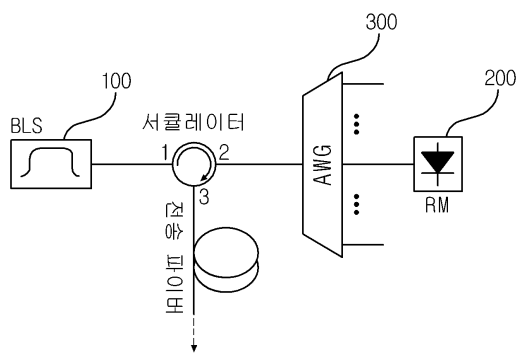
을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 범위의 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 다음의 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

**부호의 설명**

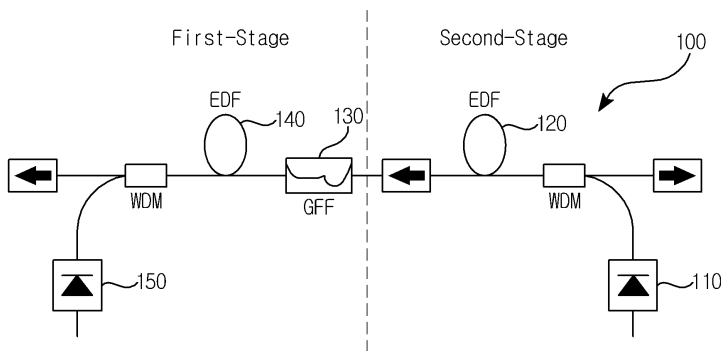
- |           |             |
|-----------|-------------|
| 10: 광원부   | 11. 16: BLS |
| 12: 펄스주입부 | 13: 광 제어부   |
| 14: 전단필터  | 15: 광증폭부    |

**도면**

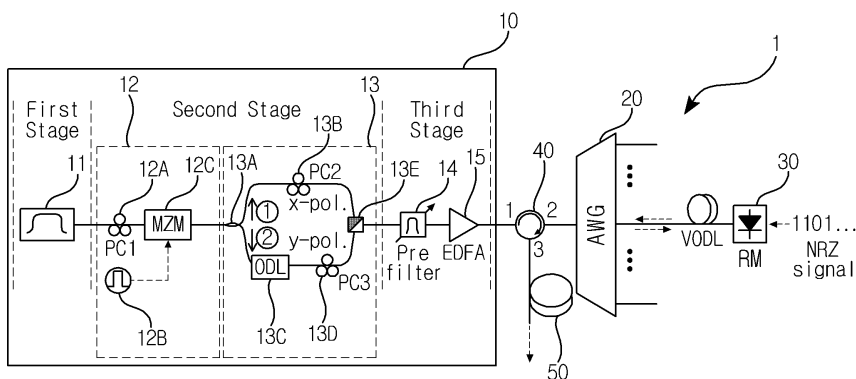
**도면1**



**도면2**

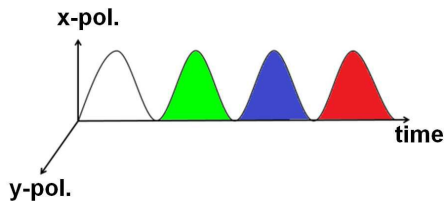


**도면3**

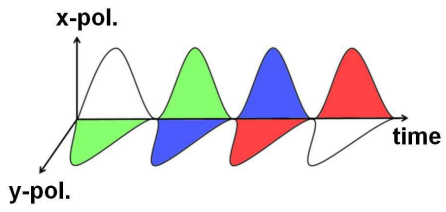


[0064]

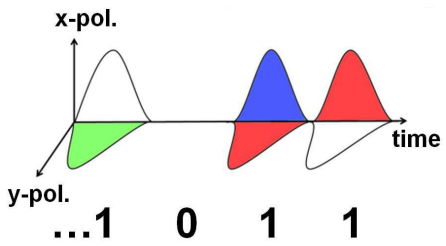
도면4a



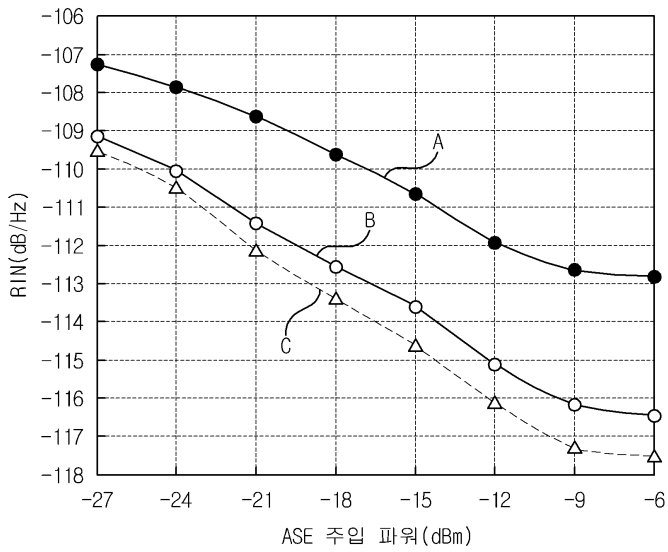
도면4b



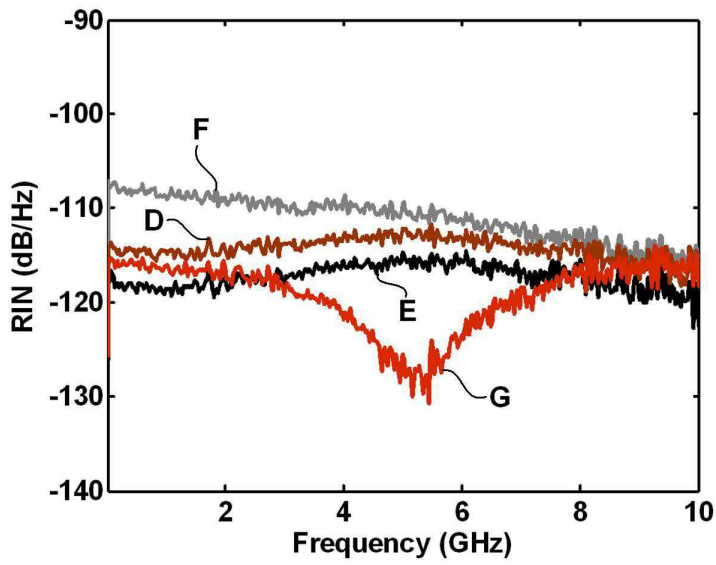
도면4c



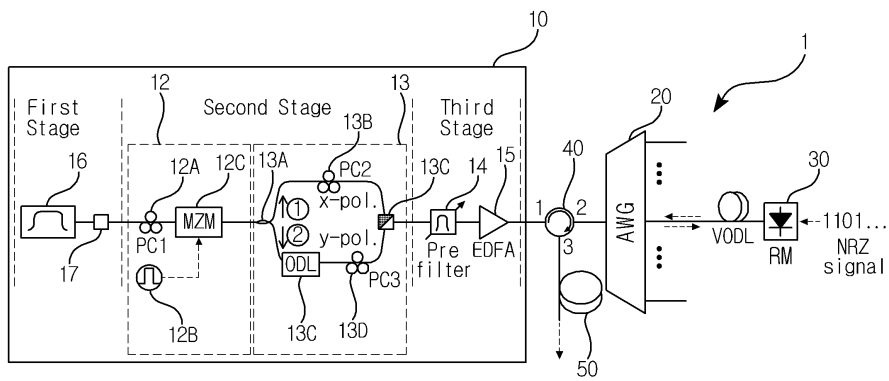
도면5



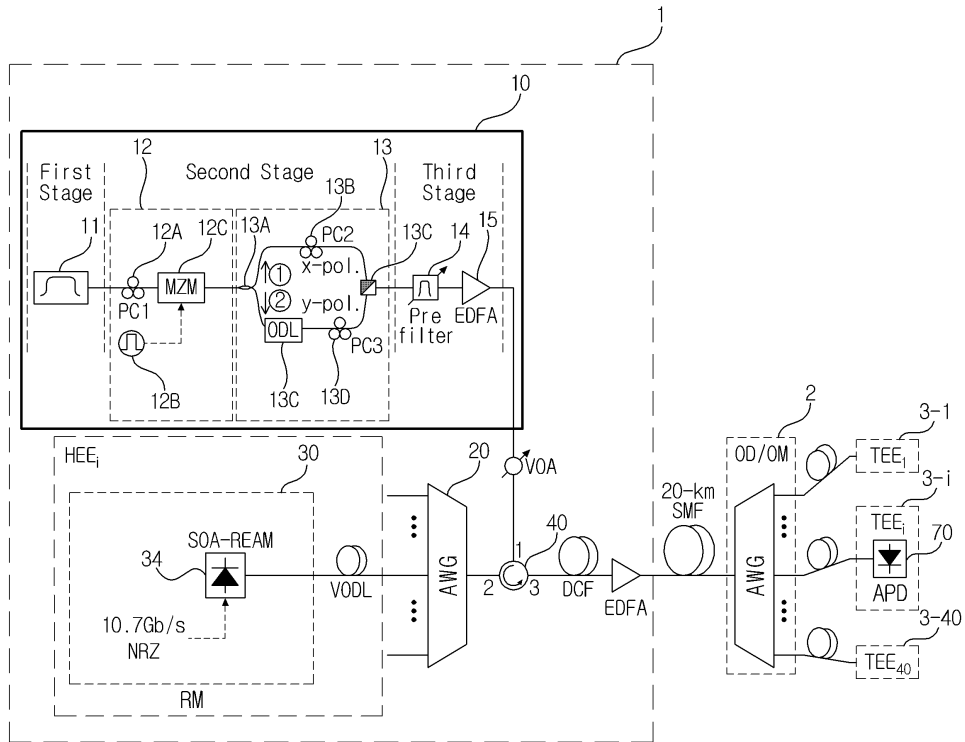
도면6



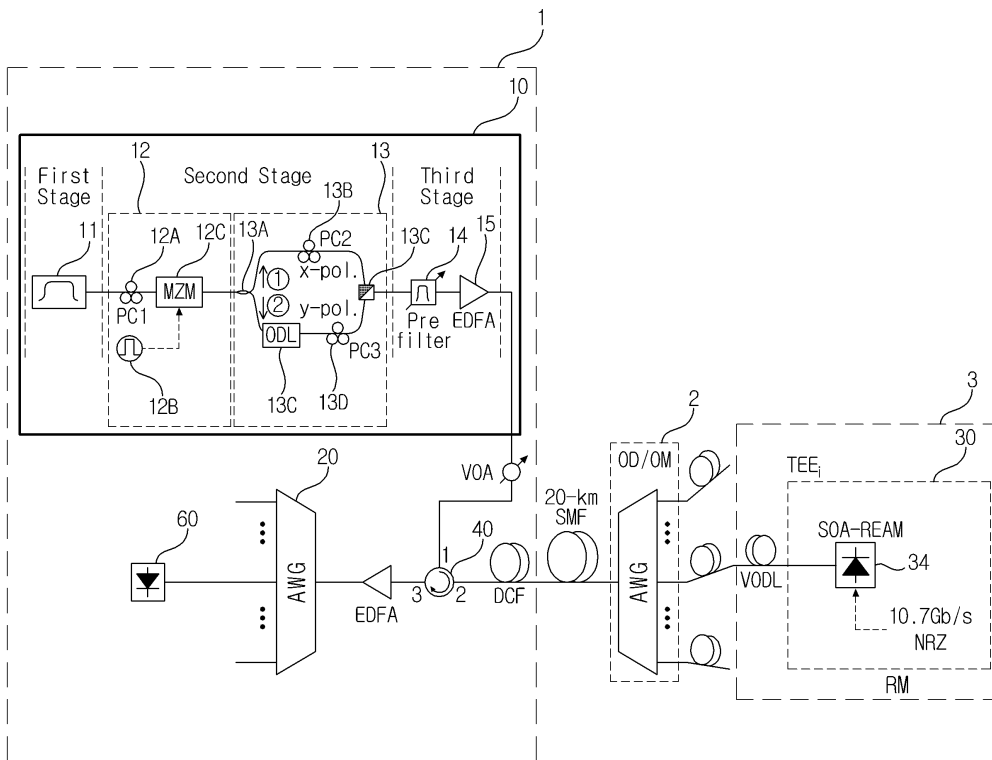
도면7



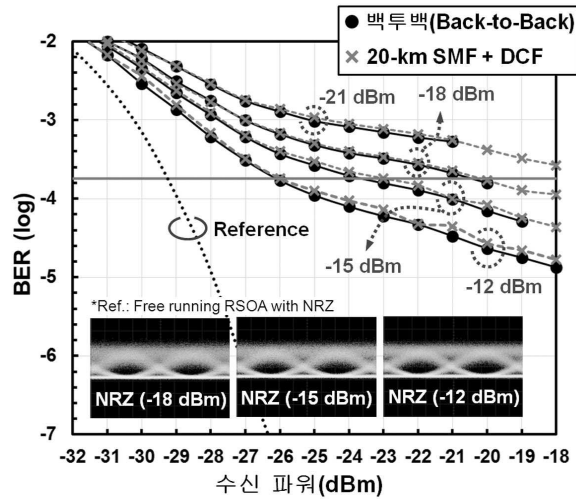
도면8



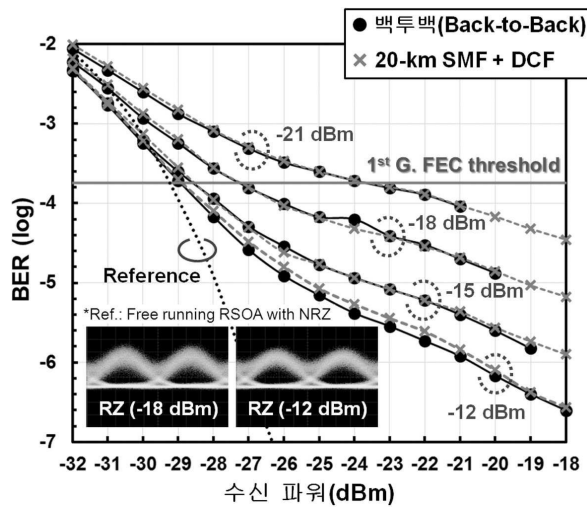
도면9



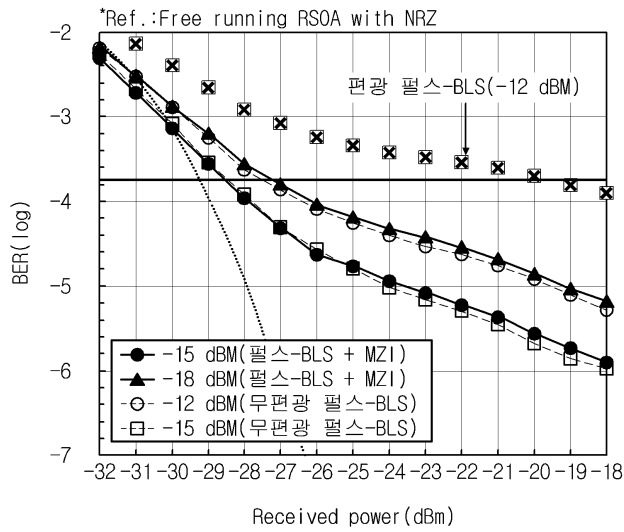
도면10a



도면10b



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제9항

【변경진】

제1항 내지 제8항

【변경후】

제1항 내지 제4항 및 제6항 내지 제8항

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제1항

【변경진】

상기 변조부가 가지는 의 편광과

【변경후】

상기 변조부가 가지는 편광과