



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0114433
(43) 공개일자 2018년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 10/50 (2013.01) H04B 10/516 (2013.01)
H04B 10/60 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H04B 10/503 (2013.01)
H04B 10/516 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0046190
(22) 출원일자 2017년04월10일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
에스케이하이닉스 주식회사
경기도 이천시 부발읍 경충대로 2091
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
김철우
서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 자연계
캠퍼스 공학관 418호
배상근
서울특별시 광진구 천호대로104나길 15-5 (군자동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이철희

전체 청구항 수 : 총 20 항

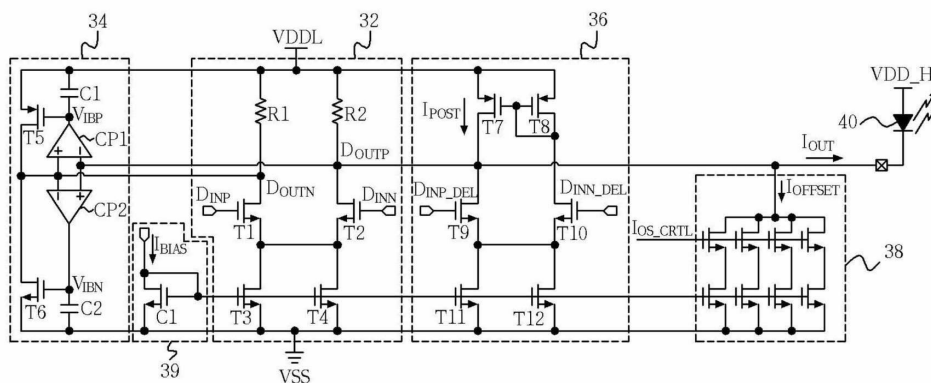
(54) 발명의 명칭 광 송수신기

(57) 요약

본 발명은 광 송수신기를 제공한다. 상기 광 송수신기는 전류 신호를 광 신호로 변환하는 레이저 다이오드; 차동 구조의 제1 및 제2 출력단을 가지며, 차동 입력 신호에 응답하여 상기 제1 및 제2 출력단을 구동하며, 상기 전류 신호를 상기 제1 출력단을 통해 상기 레이저 다이오드에 제공하는 메인 드라이버; 및 상기 제1 및 제2 출력단의 신호 상태에 따라 상기 제2 출력단의 임피던스를 조절하여 상기 제1 및 제2 출력단의 임피던스를 매칭시키는 임피던스 밸런서;를 포함한다.

대표도

30



(52) CPC특허분류

H04B 10/60 (2013.01)

(72) 발명자

박현수

서울특별시 동대문구 제기로2길 28, 301호 (제기동)

이충환

서울특별시 성북구 인촌로26길 45-9, 303호 (안암동5가)

명세서

청구범위

청구항 1

전류 신호를 광 신호로 변환하는 레이저 다이오드;

차동 구조의 제1 및 제2 출력단을 가지며, 차동 입력 신호에 응답하여 상기 제1 및 제2 출력단을 구동하며, 상기 전류 신호를 상기 제1 출력단을 통해 상기 레이저 다이오드에 제공하는 메인 드라이버; 및

상기 제1 및 제2 출력단의 신호 상태에 따라 상기 제2 출력단의 임피던스를 조절하여 상기 제1 및 제2 출력단의 임피던스를 매칭시키는 임피던스 밸런서;

를 포함하는 광 송신기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 임피던스 밸런서는 상기 제1 및 제2 출력단의 신호를 비교하고, 상기 비교 결과에 따라 상기 제2 출력단을 풀업 또는 풀다운 구동하여 상기 제2 출력단의 임피던스를 조절하는 광 송신기.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 메인 드라이버는

드레인이 각각 상기 제1 출력단 및 상기 제2 출력단에 연결되고, 게이트가 각각 제1 입력단 및 제2 입력단에 연결되며, 소스가 커먼으로 연결된 제1 및 제2 트랜지스터;

일단이 각각 상기 제1 출력단 및 상기 제2 출력단에 연결되고, 타단이 커먼으로 전원단에 연결된 제1 및 제2 저항; 및

드레인이 커먼으로 상기 제1 및 제2 트랜지스터의 소스에 연결되고, 게이트가 각각 바이어스단과 연결되며, 소스가 커먼으로 접지단에 연결되는 제3 및 제4 트랜지스터;를 포함하고,

상기 제1 출력단은 상기 레이저 다이오드 및 상기 임피던스 밸런서에 연결되고, 상기 제2 출력단은 상기 임피던스 밸런서와 연결되는 광 수신기.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 임피던스 밸런서는

상기 제1 및 제2 출력단의 신호를 각각 비교하는 제1 및 제2 비교기;

일단이 전원단과 연결되고 타단이 상기 제1 비교기의 출력단과 연결되는 제1 캐패시터;

일단이 접지단과 연결되고 타단이 상기 제2 비교기의 출력단과 연결되는 제2 캐패시터; 및

소스가 각각 상기 전원단과 상기 접지단에 연결되고, 게이트가 각각 상기 제1 및 제2 비교기의 출력단과 연결되며, 드레인이 커먼으로 상기 메인 드라이버의 상기 제2 출력단과 연결되는 제5 및 제6 트랜지스터;

를 포함하는 광 송신기.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 광 송신기는

지연된 차동 입력 신호에 응답하여 상기 제1 출력단을 미러링 전류로 추가 구동하는 프리-엠퍼시스(Pre-emphasis)부;를 더 포함하는 광 송신기.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 프리-엠퍼시스는

소스가 각각 커먼으로 전원단에 연결되고, 게이트가 각각 커먼으로 연결되며, 하나의 드레인은 상기 제1 출력단에 연결되고 다른 하나의 드레인은 상기 게이트와 커먼으로 연결되는 제7 및 제8 트랜지스터;

하나의 드레인은 상기 제1 출력단에 연결되고 다른 하나의 드레인은 상기 제8 트랜지스터의 드레인에 연결되며, 게이트가 각각 제3 입력단 및 제4 입력단에 연결되며, 소스가 커먼으로 연결되는 제9 및 제10 트랜지스터; 및

드레인이 커먼으로 상기 제9 및 제10 트랜지스터의 소스에 연결되고, 게이트가 각각 바이어스단과 연결되며, 소스가 커먼으로 접지단에 연결되는 제11 및 제12 트랜지스터;를 포함하고,

상기 제7 및 제8 트랜지스터는 전류 미러링 구조를 통해 상기 제1 출력단을 미러링 전류로 추가 구동하는 광 송신기.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 광 송신기는

제1 및 제2 클럭 신호에 응답하여, 병렬의 데이터 신호를 직렬의 데이터 신호와 지연된 직렬의 데이터 신호로 변환하는 시리얼라이저(Serializer);

상기 제1 및 제2 클럭 신호에 응답하여, 상기 직렬의 데이터 신호를 차동 입력 신호로 선택하여 상기 메인 드라이버에 제공하고, 상기 지연된 직렬의 데이터 신호를 상기 지연된 차동 입력 신호로 선택하여 상기 프리-엠퍼시스에 제공하는 멀티플렉서; 및

기준 클럭 신호를 이용하여 상기 제1 및 제2 클럭 신호를 발생하는 클럭 발생기;를 더 포함하는 광 송신기.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 광 송신기는

상기 제1 출력단의 오프셋 전류를 제어하는 오프셋 전류 제어부;를 더 포함하는 광 송신기.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 오프셋 전류 제어부는

드레인이 각각 커먼으로 상기 제1 출력단에 연결되고, 게이트가 각각 오프셋 제어 신호단에 연결되는 제1 트랜지스터 어레이;

소스가 각각 커먼으로 접지단에 연결되고, 게이트가 각각 바이어스단에 연결되며, 드레인이 각각 상기 제1 트랜지스터 어레이의 대응되는 소스에 연결되는 제2 트랜지스터 어레이;

를 포함하는 광 송신기.

청구항 10

광 신호를 전류 신호로 변환하는 광전 다이오드;

상기 전류 신호의 고주파 성분을 증폭하고 제1 전압 신호로 변환하는 제1 트랜스 임피던스 증폭기;

상기 전류 신호의 직류 전압을 트래킹(tracking)하는 전류를 출력하는 레플리카(replica)부;

상기 레플리카부의 상기 전류를 증폭하고 제2 전압 신호로 변환하는 제2 트랜스 임피던스 증폭기; 및

상기 제1 전압 신호와 상기 제2 전압 신호를 차동으로 증폭하고 일정한 진폭을 가지는 한 쌍의 출력 신호를 출력하는 다단의 제한 증폭기;

를 포함하는 광 수신기.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 레플리카부는

일단이 상기 광전 다이오드 및 상기 제1 트랜스 임피던스 증폭기의 입력단에 연결되는 저항; 및

상기 저항에 의한 상기 직류 전압의 크기에 따라 레귤레이션되는 상기 전류를 상기 제2 트랜스임피던스 증폭기에 제공하는 전류 조절부;

를 포함하는 광 수신기.

청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 레플리카부는

일단이 상기 광전 다이오드 및 상기 제1 트랜스 임피던스 증폭기의 입력단에 연결되는 저항;

제1 입력단이 상기 저항의 타단과 연결되고 제2 입력단이 상기 전류의 피드백단과 연결되는 비교기; 및

소스가 전압단과 연결되고 게이트가 상기 비교기의 출력단과 연결되며 드레인이 상기 피드백단과 상기 제2 트랜스 임피던스 증폭기의 입력단과 연결되는 피모스 트랜지스터;

를 포함하는 광 수신기.

청구항 13

제 10 항에 있어서, 상기 레플리카부는

상기 직류 전압을 트래킹하는 상기 전류를 수신 신호 강도 지표로 이용하기 위한 단자를 포함하는 광 수신기.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 트랜스 임피던스 증폭기는 오피셋 전류 제어 신호에 응답하여 오피셋 전류를 제어하도록 설정된 광 수신기.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 다단의 제한 증폭기로부터 제공되는 한 쌍의 출력 신호를 버퍼링하고, 한 쌍의 데이터 신호를 한 쌍의 데이터 출력단에 제공하는 드라이버;를 더 포함하는 광 수신기.

청구항 16

데이터 신호에 응답하여 레이저 다이오드를 구동하기 위한 제1 전류 신호를 생성하고, 상기 제1 전류 신호를 상기 레이저 다이오드에 제공하여 광 신호를 송신하는 광 송신기; 및

상기 광 신호를 광전 다이오드를 통해서 수신하고, 상기 광전 다이오드에 의해 변환된 제2 전류 신호로부터 한 쌍의 데이터 신호를 생성하는 광 수신기;를 포함하며,

상기 광 송신기는 상기 데이터 신호에 따라 상기 레이저 다이오드가 연결된 제1 출력단의 임피던스를 조절하는 광 송수신기.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 광 송신기는

상기 데이터 신호로부터 변환된 차동 입력 신호에 응답하여 상기 레이저 다이오드를 구동하는 레이저 다이오드 드라이버;를 포함하고,

상기 레이저 다이오드 드라이버는,

차동 구조의 제1 및 제2 출력단을 가지며, 상기 차동 입력 신호에 응답하여 상기 제1 및 제2 출력단을 구동하며, 상기 제1 출력단을 통해 상기 제1 전류 신호를 상기 레이저 다이오드에 제공하는 메인 드라이버; 및

상기 제1 및 제2 출력단의 신호 상태에 따라 상기 제2 출력단의 임피던스를 조절하여 상기 제1 및 제2 출력단의 임피던스를 매칭시키는 임피던스 밸런서;

를 포함하는 광 송수신기.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 임피던스 밸런서는,

상기 제1 및 제2 출력단의 신호를 비교하고, 상기 비교 결과에 따라 상기 제2 출력단을 폴업 또는 폴다운 구동하여 상기 제2 출력단의 임피던스를 조절하는 광 송수신기.

청구항 19

제 16 항에 있어서, 상기 광 수신기는,

상기 제2 전류 신호의 고주파 성분을 증폭하고 제1 전압 신호로 변환하는 제1 트랜스 임피던스 증폭기;

상기 제2 전류 신호의 직류 전압을 트래킹(tracking)하는 전류를 출력하는 레플리카(replica)부;

상기 레플리카부의 상기 전류를 증폭하고 제2 전압 신호로 변환하는 제2 트랜스 임피던스 증폭기; 및

상기 제1 전압 신호와 상기 제2 전압 신호를 차동으로 증폭하고 일정한 진폭을 가지는 한 쌍의 출력 신호를 출력하는 다단의 제한 증폭기;

를 포함하는 광 송수신기.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 레플리카부는

일단이 상기 광전 다이오드 및 상기 제1 트랜스 임피던스 증폭기의 입력단에 연결되는 저항; 및

상기 저항에 의한 상기 직류 전압의 크기에 따라 레귤레이션되는 상기 전류를 상기 제2 트랜스임피던스 증폭기에 제공하는 전류 조절부;를 포함하는 광 송수신기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광 통신 기술에 관한 것으로, 더 상세하게는 고성능 광 인터페이스기반의 광 송수신기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 광 송수신기는 광 통신망을 연결하는 광 케이블과 데이터 전송을 담당하는 장치 사이에서 전기 신호를 광 신호로, 광 신호를 전기 신호로 변환시켜주는 역할을 한다. 이러한 광 송수신기는 전송 거리가 길고 전송 속도가 높아 고속 대용량 데이터 통신에 이용되고 있다.

[0003] 광 송수신기는 전기 신호를 광 신호로 변환하는 레이저 다이오드와 이를 구동하는 레이저 다이오드 구동 회로를 포함한다. 광 송수신기의 레이저 다이오드 구동 회로는 차동 구조를 가지지만, 레이저 다이오드와 연결되는 출력단은 싱글 엔디드(single ended) 구조를 가지고 있다.

[0004] 이로 인해 광 송수신기는 전압 변동(supply fluctuation) 및 기판 잡음(substrate noise) 등에 취약할 수 있다. 이를 해결하기 위해 종래 기술의 광 송수신기는 출력단의 반대 노드에 레이저 다이오드의 임피던스와 매칭되는 고정 저항을 연결시킨다.

[0005] 그러나, 레이저 다이오드는 온도의 변화에 비선형(non-linear) 특성을 가지고 있기 때문에, 광 송수신기의 주변 온도가 변경되는 경우 레이저 다이오드의 임피던스가 비선형적으로 변경되어 임피던스 매칭이 정확히 이루어지지 않을 수 있으며, 이는 잡음 특성과 이득을 떨어뜨려 광 신호 전송에 악영향을 줄 수 있다.

[0006] 한편, 광 수신기는 광 신호를 전기 신호로 변환하는 광전 다이오드와 전기 신호를 증폭하는 트랜스 임피던스 증폭기와 제한 증폭기를 포함한다. 광 수신기의 트랜스 임피던스 증폭기는 광 송수신기와 마찬가지로 입력단이 광전 다이오드와 연결되는 싱글 엔디드 구조를 가진다.

[0007] 이로 인해 광 수신기도 전압 변동 및 기판 잡음 등에 취약할 수 있다. 이를 해결하기 위해 종래 기술의 광 수신

기는 트랜스 임피던스 증폭기와 제한 증폭기 사이에 잡음을 필터링하고 반대쪽 입력 전압을 잡아주기 위한 RC 수동 필터(passive filter)를 구비하고 있다. 그러나, 종래 기술의 광 수신기는 안정적인 동작을 위해 RC 수동 필터의 시상수가 커야 하기 때문에 칩 면적이 늘어나고 응답 시간도 함께 증가하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 한국공개번호 KR 2014-0117972(2014.10.08)
(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 한국공개번호 KR 2016-0030249(2016.03.16)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 잡음 특성이 우수하고 응답 속도가 빠른 광 송수신기를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송수신기는, 데이터 신호에 응답하여 레이저 다이오드를 구동하기 위한 제1 전류 신호를 생성하고, 상기 제1 전류 신호를 상기 레이저 다이오드에 제공하여 광 신호를 송신하는 광 송신기; 및 상기 광 신호를 광전 다이오드를 통해서 수신하고, 상기 광전 다이오드에 의해 변환된 제2 전류 신호로부터 한 쌍의 데이터 신호를 생성하는 광 수신기;를 포함하며, 상기 광 송신기는 상기 데이터 신호에 따라 상기 레이저 다이오드가 연결된 제1 출력단의 임피던스를 조절한다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송신기는, 전류 신호를 광 신호로 변환하는 레이저 다이오드; 차동 구조의 제1 및 제2 출력단을 가지며, 차동 입력 신호에 응답하여 상기 제1 및 제2 출력단을 구동하며, 상기 전류 신호를 상기 제1 출력단을 통해 상기 레이저 다이오드에 제공하는 메인 드라이버; 및 상기 제1 및 제2 출력단의 신호 상태에 따라 상기 제2 출력단의 임피던스를 조절하여 상기 제1 및 제2 출력단의 임피던스를 매칭시키는 임피던스 밸런서;를 포함한다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기는, 광 신호를 전류 신호로 변환하는 광전 다이오드; 상기 전류 신호의 고주파 성분을 증폭하고 제1 전압 신호로 변환하는 제1 트랜스 임피던스 증폭기; 상기 전류 신호의 직류 전압을 트래킹(tracking)하는 전류를 출력하는 레플리카(replica)부; 상기 레플리카부의 상기 전류를 증폭하고 제2 전압 신호로 변환하는 제2 트랜스 임피던스 증폭기; 및 상기 제1 전압 신호와 상기 제2 전압 신호를 차동으로 증폭하고 일정한 진폭을 가지는 한 쌍의 출력 신호를 출력하는 다단의 제한 증폭기;를 포함한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명에 따르면, 레이저 다이오드의 임피던스가 온도에 의해 변경되는 경우에도 변경되는 임피던스에 따라 출력단의 임피던스를 조절하므로, 차동 구조의 출력단간의 임피던스를 정확히 매칭시킬 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명은 정확한 임피던스 매칭을 통해서 높은 이득과 잡음 특성이 우수한 광 송수신기를 제공할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명은 출력단을 추가 구동하는 프리 앰퍼시즈부를 통해서 광 송신기의 대역폭이 감소되는 것을 방지할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명은 광 수신기에서 RC 수동 필터를 배제하므로 칩 면적을 줄일 수 있으며, 빠른 응답 특성을 기대할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은 광전 다이오드의 상태를 트래킹하는 직류 전압을 모니터링함으로써 RSSI(Received Signal Strength Indication)를 용이하게 확인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송수신기의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송신기의 블록도이다.

도 3은 도 2의 레이저 다이오드 드라이버의 회로도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부한 도면들을 참고하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명하기로 한다. 각 도면에 제시된 참조부호들 중 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0020] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0021] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송수신기의 블록도이다.
- [0023] 도 1을 참고하면, 광 송신기(100)는 데이터 신호(DIN[0:n])를 수신하고, 이에 대응되는 전기 신호를 레이저 다이오드(40)에 제공한다. 광 송신기(100)는 데이터 신호(DIN[0:n])를 직렬화하는 시리얼라이저(12, 14, 도 2에 도시)와 레이저 다이오드(40)를 구동하기 위한 레이저 다이오드 드라이버(30, 도 2에 도시)를 포함할 수 있다.
- [0024] 레이저 다이오드(40)는 데이터 신호(DIN[0:n])에 대응되는 전기 신호를 광 신호로 변환하고, 변환된 광 신호는 광 섬유(200)를 통해 광 수신기(200)로 전송된다. 레이저 다이오드(40)는 VCSEL(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser) 등으로 구성될 수 있다.
- [0025] 광 수신기(300)는 광 섬유(200)를 통해 전송되는 광 신호를 광전 다이오드(50)를 통해 전기 신호로 변환하고, 이를 데이터 신호(RX_OUTP, RX_OUTN)로 변환한다. 광 수신기(300)는 광전 다이오드(50)의 전기 신호를 증폭하여 전압 신호로 변환하는 트랜스 임피던스 증폭기(62, 64, 도 4에 도시)와 일정 진폭을 가지는 신호로 출력하는 다단의 제한 증폭기(80)를 포함할 수 있다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송신기(100)의 블록도이다.
- [0027] 도 2를 참고하면, 광 송신기(100)는 시리얼라이저(Serializer, 12, 14), 멀티플렉서(16, 18), 클럭 발생기(20) 및 레이저 다이오드 드라이버(30)를 포함한다.
- [0028] 시리얼라이저(12, 14)는 병렬의 데이터 신호(DIN[0:n])를 직렬의 데이터 신호(Deven, Dodd)와 지연된 직렬의 데이터 신호(Deven_delay, Dodd_delay)로 변환시킨다. 일례로, 데이터 신호(DIN[0:n])가 16비트인 경우, 시리얼라이저(12, 14)는 각각 8비트씩 병렬의 데이터 신호를 직렬화한다. 직렬의 데이터 신호(Deven)는 데이터 신호(DIN[0:n]) 중 짝수 번째의 데이터 신호를 직렬화한 신호이며, 와우하 직렬의 데이터 신호(Dodd)는 데이터 신호(DIN[0:n]) 중 홀수 번째의 데이터 신호를 직렬화한 신호이며, 지연된 직렬의 데이터 신호(Deven_delay, Dodd_delay)는 미리 설정된 시간만큼 지연된 신호이다.
- [0029] 일례로, 시리얼라이저(12, 14)는 클럭 발생기(20)에서 제공되는 제1 및 제2 클럭 신호(CK_P, CK_N)에 응답하여, 데이터 신호(DIN[0:n])를 직렬의 데이터 신호(Deven, Dodd)와 지연된 직렬의 데이터 신호(Deven_delay, Dodd_delay)로 각각 변환시킨다.
- [0030] 멀티플렉서(16, 18)은 직렬의 데이터 신호(Deven, Dodd)를 차동 입력 신호(DINP, DINN)로 선택하여 레이저 다이오드 드라이버(30)에 제공하며, 지연된 직렬의 데이터 신호(Deven_delay, Dodd_delay)를 지연된 차동 입력 신호(DINP_DEL, DINN_DEL)로 선택하여 레이저 다이오드 드라이버(30)에 제공한다. 일례로, 멀티플렉서(16, 18)는 클럭 발생기(20)에서 제공되는 제1 및 제2 클럭 신호(CK_P, CK_N)에 응답하여 차동 입력 신호(DINP, DINN)와 지연된 차동 입력 신호(DINP_DEL, DINN_DEL)를 선택할 수 있다.
- [0031] 클럭 발생기(20)는 기준 클럭 신호(CLK_REF)를 수신하고, 이를 이용하여 제1 및 제2 클럭 신호(CK_P, CK_N)를 발생시킨다. 일례로, 클럭 발생기(20)는 위상고정루프(PLL), 클럭 체인(clock chain), 듀티 사이클 보정(Duty Cycle Compensation)부 등으로 구성될 수 있다.

- [0032] 레이저 다이오드 드라이버(30)는 차동 입력 신호(DINP, DINN)에 응답하여 레이저 다이오드(40)를 구동하고, 지연된 차동 입력 신호(DINP_DEL, DINN_DEL)에 응답하여 레이저 다이오드(40)를 전류 모드로 추가 구동한다. 본 실시예의 레이저 다이오드 드라이버(30)는 전체적으로 차동 구조를 가지며, 차동 구조의 출력단은 레이저 다이오드(40)의 임피던스에 따라 임피던스가 자동으로 조절되어 매칭되는 구조를 가진다. 이러한 레이저 다이오드 드라이버(30)의 구조를 설명하면 다음과 같다.
- [0033] 도 3은 도 2의 레이저 다이오드 드라이버(30)의 회로도이다.
- [0034] 도 3을 참고하면, 레이저 다이오드 드라이버(30)는 메인 드라이버(32), 임피던스 밸런서(34), 프리-엠퍼시스(Pre-emphasis)부(36), 옵셋 전류 제어부(38) 및 바이어스 제공부(39)를 포함한다.
- [0035] 메인 드라이버(32)는 차동 구조의 제1 및 제2 출력단(DOUTP, DOUTN)을 가지며, 차동 입력 신호(DINP, DINN)에 응답하여 제1 및 제2 출력단(DOUTP, DOUTN)을 구동하며, 전류 신호(IOUT)를 제1 출력단(DOUTP)을 통해 레이저 다이오드(40)에 제공한다. 여기서, 제1 출력단(DOUTP)은 레이저 다이오드(40) 및 임피던스 밸런서(34)에 연결되고, 제2 출력단(DOUTN)은 임피던스 밸런서(34)와 연결된다. 제2 출력단(DOUTN)의 임피던스는 임피던스 밸런서(34)에 의해 조절된다.
- [0036] 이러한 메인 드라이버(32)는 제1 및 제2 트랜지스터(T1, T2), 제1 저항(R1) 및 제2 저항(R2), 제3 및 제4 트랜지스터(T3, T4)를 포함한다. 여기서, 제1 및 제2 트랜지스터(T1, T2)는 드레인이 각각 제1 출력단(DOUTP) 및 제2 출력단(DOUTN)에 연결되고, 게이트가 각각 제1 입력단(DINP) 및 제2 입력단(DINN)에 연결되며, 소스가 커먼(commom)으로 연결된다. 그리고, 제1 저항(R1) 및 제2 저항(R2)은 일단이 각각 제1 출력단(DOUTP) 및 제2 출력단(DOUTN)에 연결되고, 타단이 커먼으로 전원단(VDDL)에 연결된다. 그리고, 제3 및 제4 트랜지스터(T3, T4)는 드레인이 커먼으로 제1 및 제2 트랜지스터(T1, T2)의 소스에 연결되고, 게이트가 각각 바이어스단(IBIAS)과 연결되며, 소스가 커먼으로 접지단(VSS)에 연결된다.
- [0037] 임피던스 밸런서(34)는 제1 출력단(DOUTP) 및 제2 출력단(DOUTN)의 신호를 비교하고, 그 비교 결과에 따라 제2 출력단(DOUTN)의 임피던스를 조절하여 제1 및 제2 출력단(DOUTP, DOUTN)의 임피던스를 매칭시킨다. 레이저 다이오드(40)에 연결된 제1 출력단(DOUTP)의 임피던스는 온도의 변화에 따라 비선형적으로 변화될 수 있다. 본 실시예의 임피던스 밸런서(34)는 임피던스를 매칭시키기 위해 제1 출력단(DOUTP) 및 제2 출력단(DOUTN)의 신호를 비교한 결과에 따라 제2 출력단(DOUTN)을 풀업 또는 풀다운 구동시킴으로써 제2 출력단(DOUTN)의 임피던스를 조절한다.
- [0038] 이러한 임피던스 밸런서(34)는 제1 및 제2 비교기(CP1, CP2), 제1 및 제2 캐패시터(C1, C2), 제5 및 제6 트랜지스터(T5, T6)를 포함한다. 여기서, 제1 비교기(CP1)는 음의 입력단(-)이 제1 출력단(DOUTP)에 연결되고, 양의 입력단(+)이 제2 출력단(DOUTN)에 연결되며, 제1 및 제2 출력단(DOUTP, DOUTN)의 신호를 비교하고, 비교 신호를 제1 캐패시터(C1) 및 제5 트랜지스터(T5)의 게이트에 제공한다. 그리고, 제2 비교기(CP2)는 음의 입력단(-)이 제2 출력단(DOUTN)에 연결되고, 양의 입력단(+)이 제1 출력단(DOUTP)에 연결되며, 제1 및 제2 출력단(DOUTP, DOUTN)의 신호를 비교하고, 비교 신호를 제2 캐패시터(C2) 및 제6 트랜지스터(T6)의 게이트에 제공한다. 그리고, 제1 캐패시터(CP1)는 일단이 전원단(VDDL)과 연결되고 타단이 제1 비교기(CP1)의 출력단과 연결되며, 제2 캐패시터(CP2)는 일단이 접지단(VSS)과 연결되고 타단이 제2 비교기(CP2)의 출력단과 연결된다. 그리고, 제5 트랜지스터(T5)는 소스가 전원단(VDDL)에 연결되고, 게이트가 제1 비교기(CP1)의 출력단과 연결되며, 드레인이 메인 드라이버(32)의 제2 출력단(DOUTN)과 연결된다. 제6 트랜지스터(T6)는 소스가 접지단(VSS)에 연결되고, 게이트가 제2 비교기(CP2)의 출력단과 연결되며, 드레인이 메인 드라이버(32)의 제2 출력단(DOUTN)과 연결된다.
- [0039] 상기와 같이 구성된 임피던스 밸런서(34)는 제1 출력단(DOUTP) 및 제2 출력단(DOUTN)의 신호를 비교한 결과에 따라 제2 출력단(DOUTN)을 풀업 또는 풀다운 구동하므로, 제2 출력단(DOUTN)의 임피던스를 제1 출력단(DOUTP)의 임피던스에 정확히 매칭시킬 수 있다. 이와 같이 임피던스 밸런서(34)는 온도의 변화에 의해 레이저 다이오드(40)의 임피던스가 비선형적으로 변화되는 경우에도 정확히 임피던스를 매칭시킬 수 있다.
- [0040] 프리-엠퍼시스부(36)는 지연된 차동 입력 신호(DINP_DEL, DINN_DEL)에 응답하여 제1 출력단(DOUTP)을 미러링 전류(IPOST)로 추가 구동한다. 레이저 다이오드 구동 회로(30)는 본딩 와이어(bonding wire)를 통해서 레이저 다이오드(40)와 연결되는데, 광 송신기(100)의 신호 전송이 고속으로 올라가는 경우 본딩 와이어에 의해 광 송신기(100)의 대역폭이 줄어들 수 있다. 본 실시예의 프리-엠퍼시스부(36)는 지연된 차동 입력 신호(DINP_DEL, DINN_DEL)에 응답하여 제1 출력단(DOUTP)을 미러링 전류(IPOST)로 추가 구동함으로써 고속의 신호 전송에서 대역폭이 감소되는 것을 방지할 수 있다.

- [0041] 이러한 프리-엠퍼시스(36)는 제7 및 제8 트랜지스터(T7, T8); 제9 및 제10 트랜지스터(T9, T10); 및 제11 및 제12 트랜지스터(T11, T12)를 포함한다. 여기서, 제7 및 제8 트랜지스터(T7, T8)는 소스가 각각 커먼으로 전원단(VDDL)에 연결되고, 게이트가 각각 커먼으로 연결되며, 하나의 드레인은 제1 출력단(DOUTP)에 연결되고 다른 하나의 드레인은 게이트에 커먼으로 연결된다. 그리고, 제9 및 제10 트랜지스터(T9, T10)는 하나의 드레인이 제1 출력단(DOUTP)에 연결되고 다른 하나의 드레인이 제8 트랜지스터의 드레인에 연결되며, 게이트가 각각 제3 입력단(DINP_DEL) 및 제4 입력단(DINN_DEL)에 연결되며, 소스가 커먼으로 연결된다. 그리고, 제11 및 제12 트랜지스터(T11, T12)는 드레인이 커먼으로 제9 및 제10 트랜지스터(T9, T10)의 소스에 연결되고, 게이트가 각각 바이어스단(IBIAS)과 연결되며, 소스가 커먼으로 접지단(VSS)에 연결된다.
- [0042] 이와 같이 프리-엠퍼시스부(36)는 제7 및 제8 트랜지스터(T7, T8)가 전류 미러링 구조를 가지며, 지연된 차동 입력 신호(DINP_DEL, DINN_DEL)에 응답하여 제1 출력단(DOUTP)을 추가 구동시킴으로써 고속 동작에서 광 송신기(100)의 대역폭이 줄어드는 것을 방지한다.
- [0043] 옵셋 전류 제어부(38)는 옵셋 제어 신호(IOS_CTRL)에 응답하여 제1 출력단(DOUTP)의 옵셋 전류(IOFFSET)를 제어한다. 이러한 옵셋 전류 제어부(38)는 제1 및 제2 트랜지스터 어레이를 포함한다. 여기서, 제1 트랜지스터 어레이는 드레인이 각각 커먼으로 제1 출력단(DOUTP)에 연결되고 게이트가 각각 옵셋 제어 신호(IOS_CTRL)에 연결된다. 제2 트랜지스터 어레이는 소스가 각각 커먼으로 접지단(VSS)에 연결되고 게이트가 각각 바이어스단(IBIAS)에 연결되며 드레인이 각각 제1 트랜지스터 어레이의 대응되는 소스에 연결된다.
- [0044] 바이어스 제공부(39)는 메인 드라이버(32)의 제3 및 제4 트랜지스터(T3, T4), 프리-엠퍼시스부(36)의 제11 및 제12 트랜지스터(T11, T12), 및 옵셋 전류 제어부(38)의 제2 트랜지스터 어레이와 전류 미러링 구조를 가지며, 바이어스 전류(IBIAS)를 제공한다.
- [0045] 상기와 같이 구성된 본 실시예에 따른 광 송신기(100)는 차동 구조의 출력단을 가짐으로써 커먼 잡음이나 전원 잡음 특성이 개선될 수 있으며, 온도의 변화에 의해 레이저 다이오드(40)의 임피던스가 비선형적으로 변화하는 경우에도 차동 구조의 출력단의 임피던스를 정확히 매칭시킬 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따른 광 송신기(100)는 정확한 임피던스 매칭을 통해 잡음 특성이 우수하며, 안정된 대역폭과 높은 이득을 제공할 수 있다. 또한, 본 실시예에 따른 광 송신기(100)는 제1 출력단(DOUTP)을 전류 모드로 추가 구동시킴으로써 대역폭을 향상시킬 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기(300)의 블록도이다.
- [0047] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신기(300)는 광전 다이오드(50), 제1 임피던스 증폭기(62), 레플리카(replica)부(70), 제2 트랜스 임피던스 증폭기(64), 다단의 제한 증폭기(80) 및 드라이버(90)를 포함한다.
- [0048] 광전 다이오드(50)는 광 섬유(200, 도 1에 도시)를 통해 전송되는 광 신호를 전류 신호(IPD)로 변환한다.
- [0049] 제1 트랜스 임피던스 증폭기(62)는 전류 신호(IPD)에서 고주파 성분을 증폭하고 제1 전압 신호(TIA_P)로 변환한다. 본 실시예에서는 트랜스 임피던스 증폭기의 내부 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0050] 레플리카부(70)는 광전 다이오드(50)에 의해 변환된 전류 신호(IPD)로부터 직류 전압을 트래킹(tracking)하는 전류(IREG)를 제2 트랜스 임피던스 증폭기(64)에 제공한다. 여기서, 레플리카부(70)는 광전 다이오드(50)의 수광 상태에 대응하는 직류 전압을 트래킹함으로써 차동 구조의 다른 광전 다이오드 역할을 한다.
- [0051] 이러한 레플리카부(70)는 저항(RIN) 및 전류 조절부를 포함한다. 여기서, 저항(RIN)은 일단이 광전 다이오드(50) 및 제1 트랜스 임피던스 증폭기(62)의 입력단에 연결되고, 전류 조절부는 저항(RIN)에 의한 직류 전압의 크기에 따라 레귤레이션되는 전류(IREG)를 제2 트랜스 임피던스 증폭기(64)에 제공한다. 전류 조절부는 비교기(72) 및 피모스 트랜지스터(PM)를 포함할 수 있으며, 비교기(72)는 제1 입력단(+)이 저항(RIN)의 타단과 연결되고 제2 입력단(-)이 전류의 피드백단(FB)과 연결된다. 피모스 트랜지스터(PM)는 소스가 전압단(VDD)과 연결되고 게이트가 비교기(72)의 출력단과 연결되며 드레인이 피드백단(FB)과 제2 트랜스 임피던스 증폭기(64)의 입력단과 연결된다.
- [0052] 이와 같이 레플리카부(70)는 광전 다이오드(50)의 수광 상태에 대응하는 직류 전압을 트래킹하고, 직류 전압에 따라 레귤레이션되는 전류(IREG)를 제2 트랜스 임피던스 증폭기(64)에 제공한다.
- [0053] 또한, 레플리카부(70)는 직류 전압에 따라 레귤레이션되는 전류(IREG)를 수신 신호 강도 지표(RSSI: Received Signal Strength Indication)로 이용할 수 있도록 단자(74)를 더 포함할 수 있다. 이러한 단자(74)는 외부의

디바이스(도시되지 않음)에 연결될 수 있다. 이러한 수신 신호 강도 지표(RSSI)는 수신 신호 강도를 향상시키기 위한 광 섬유(200)와 광전 다이오드(50)의 커플링 작업에 이용될 수 있다.

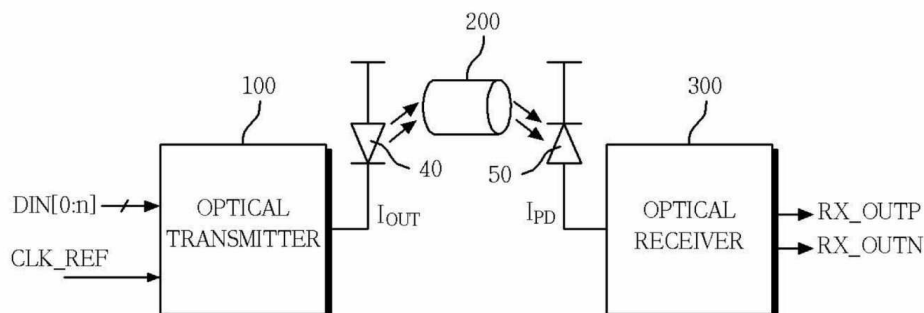
- [0054] 제2 트랜스 임피던스 증폭기(64)는 레플리카부(70)에 의해 레귤레이션되는 전류(IREG)를 증폭하고 제2 전압 신호(TIA_N)로 변환한다. 여기서, 제1 및 제2 임피던스 증폭기(62, 64)는 옵셋 전류 제어 신호에 응답하여 옵셋 전류를 제어하는 기능을 포함하도록 설정될 수 있다.
- [0055] 다단의 제한 증폭기(80)는 제1 트랜스 임피던스 증폭기(62)로부터 제공되는 제1 전압 신호(TIA_P)와 제2 트랜스 임피던스 증폭기(64)로부터 제공되는 제2 전압 신호(TIA_N)를 차동으로 증폭하고 일정한 진폭을 가지는 한 쌍의 출력 신호(LA_P, LA_N)를 출력한다.
- [0056] 이와 같이 다단의 제한 증폭기(80)는 전류 신호(IPD)의 고주파 성분을 증폭한 제1 전압 신호(TIA_P)와 전류 신호(IPD)의 직류 성분에 대응하는 전류(IREG)를 증폭한 제2 전압 신호(TIA_N)를 차동으로 증폭하여 한 쌍의 출력 신호(LA_P, LA_N)를 제공하므로, 반대쪽 바이어스를 잡아주기 위한 RC 수동 필터를 배제할 수 있다.
- [0057] 드라이버(90)는 한 쌍의 출력 신호(LA_P, LA_N)를 버퍼링하며, 한 쌍의 데이터 신호(RX_OUTP, RX_OUTN)를 한 쌍의 데이터 출력단에 제공한다. 여기서, 한 쌍의 데이터 출력단은 다른 디바이스들(도시되지 않음)과 연결될 수 있다.
- [0058] 상술한 바와 같이, 본 실시예에 따른 광 수신기(300)는 트랜스 임피던스 증폭기(62)와 다단의 제한 증폭기(80) 사이에 잡음을 필터링하고 반대쪽 바이어스를 잡아주기 위한 RC 수동 필터를 배제할 수 있으므로 칩 면적을 줄일 수 있으며, 빠른 응답 특성을 기대할 수 있다.
- [0059] 또한, 본 실시예에 따른 광 수신기(300)는 광전 다이오드(50)의 상태를 트래킹하는 직류 전압을 모니터링함으로써 RSSI(Received Signal Strength Indication)로 이용할 수 있으며, 광 섬유와 광전 다이오드의 커플링을 용이하게 하도록 지원할 수 있다.
- [0060] 본 발명은 도면들에 도시된 실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이들로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

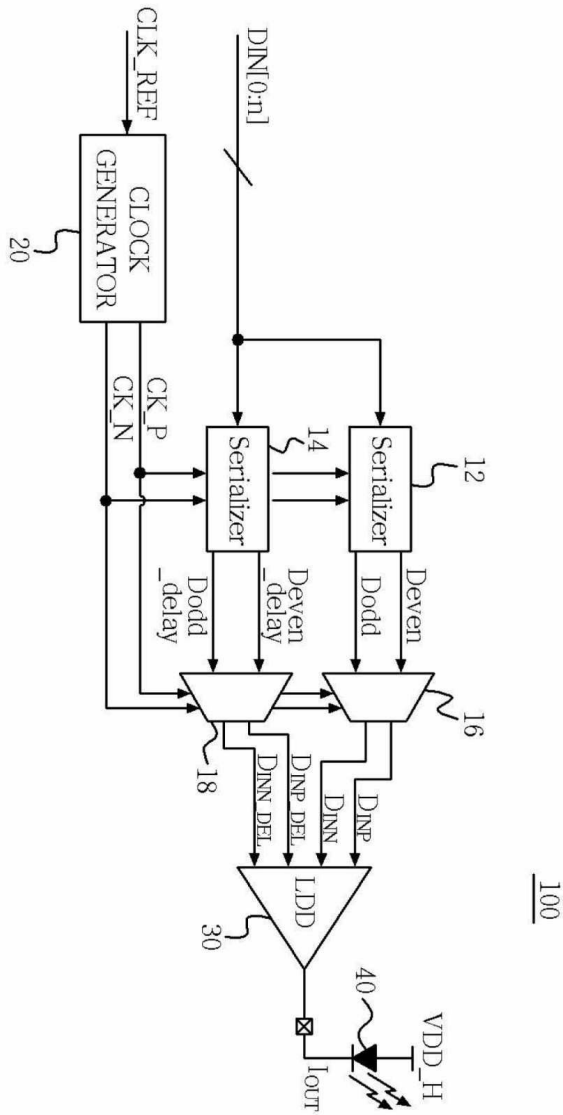
- [0061] 100: 광 송신기 200: 광 섬유
- 300: 광 수신기 30: 레이저 다이오드 드라이버
- 32: 메인 드라이버 34: 임피던스 밸런서
- 36: 프리-앰퍼시스

도면

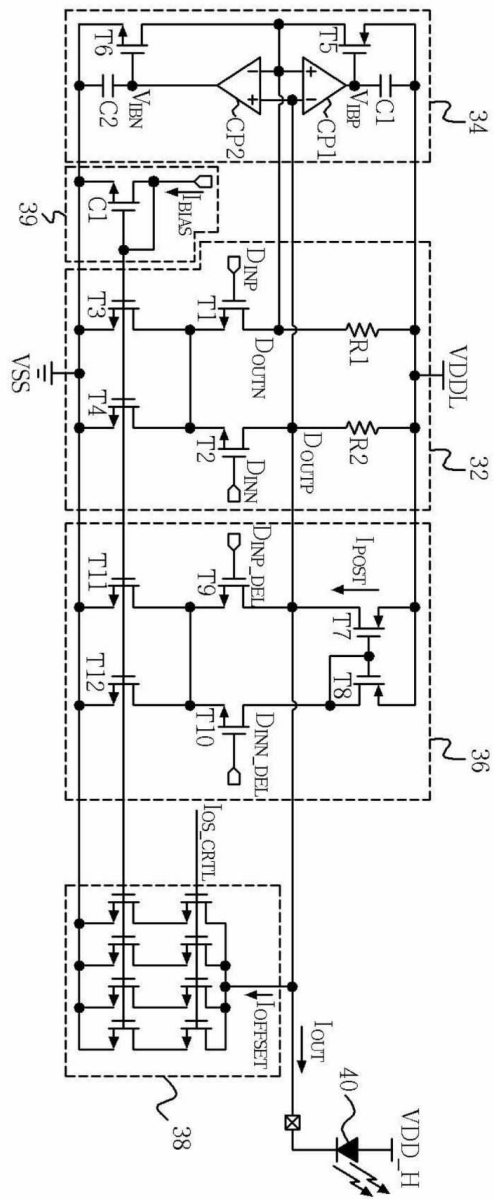
도면1



도면2



도면3



30

도면4

300

