

11주 1강. 광다이오드



송실사이버대학교

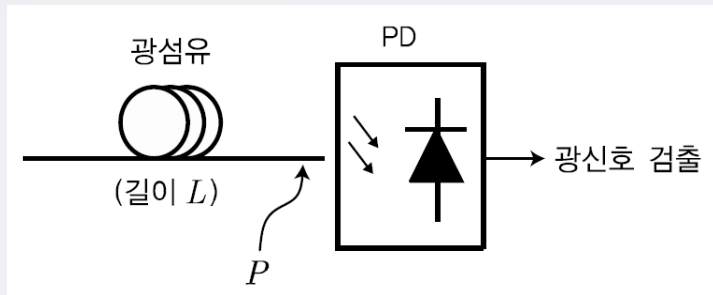
송실사이버대학교의 강의콘텐츠는
저작권법에 의하여 보호를 받는바, 무단
전재, 배포, 전송, 대여 등을 금합니다.

* 사용서체 : 나눔글꼴

■ PIN 광다이오드

- p 영역과 n 영역 사이에 불순물이 첨가되지 않거나, 소량만 첨가된 진성(intrinsic) 영역이 삽입
 - 진성 영역에서 대부분의 공핍층 형성
- 메사(mesa) 구조와 이중접합 PIN PD \Rightarrow 기본적인 PIN PD보다 특성 개선

■ Review : 광다이오드의 역할



- 수신 전력 P 가 낮아도 광신호 검출
 - 같은 송신 전력으로 전송 거리 L 증가 가능
 - $I_p = RP$ 이므로, 반응도 R 이 클수록 유리

■ APD(Avalanche Photo-Diode)란?

- 충돌 이온화(impact ionization) 현상을 이용하여, 입사된 광자 하나로부터 하나 이상의 전자가 발생하게 함으로써 반응도를 크게 증가시킨 광다이오드

▪ APD의 동작 원리

- ① 흡수된 광자가 진성 영역에서 전자-정공 쌍을 생성(PIN PD와 동일)
- ② 생성된 전자가 전계에 의해 끌려 p 영역에 도달
- ③ p 영역에 도달한 전자는 p 영역에 분포하는 매우 큰 전계에 의해 가속
- ④ 가속된 전자는 원자와 충돌하게 되어 그 에너지는 원자 결합을 깨고 새로운 전자-정공 쌍을 만듦(충돌 이온화(impact ionization) 과정)
- ⑤ 새로운 전자와 정공은 전계에 의해 또다시 가속되어 또 다른 전자-정공 쌍을 만들게 되며 이런 과정을 반복 ➡ 애벌런치(Avalanche) 과정
하나의 입사 광자가 수십 또는 수백 개의 전자를 생성(양자 효율이 M배 증가)



■ APD 단점

- 구조가 좀 더 복잡하므로, 제조 단가 높음
- APD는 충돌 이온화 과정에서 산탄 잡음이 크게 증가
- 높은 역전압 필요
 - » 전력 소모가 증가하고, 수신기를 설계할 때 독립된 전원이 추가로 필요할 경우가 많다는 것을 의미한다. 따라서 수신기를 소형으로 설계하기가 어려워진다.
- 이득 계수는 온도에 민감하여 온도 안정화 회로가 필요할 수 있다.



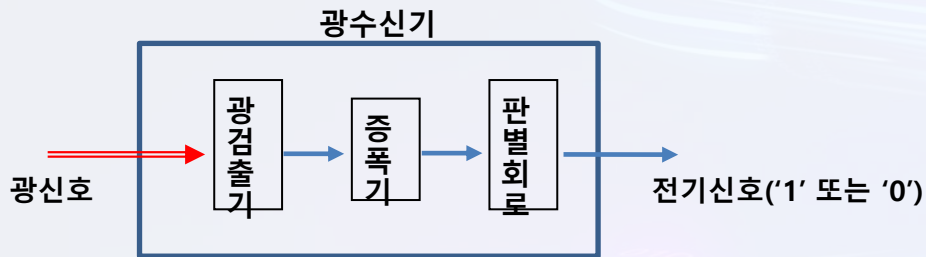
◆ 설계 시 고려사항

- 동작 파장과 비트율
 - 동작 파장은 광다이오드를 구성하는 반도체에 의해 결정
 - » 예) InGaAs PD는 1300nm와 1550nm 파장대에서 모두 사용 가능
 - 최고 비트율은 광다이오드 대역폭에 의해 결정
- 수신 감도(receiver sensitivity)
 - 설계 목표에 맞는 비트오율(BER, Bit Error Rate)을 보장하는데 필요한 최소한의 평균 수신 전력
 - 일반적으로 수신 감도는 비트율이 증가하면 떨어짐
- 동작 범위(dynamic range)
 - 수신기가 정상적으로 동작하는 입력 신호의 범위
 - 수신 감도에서 최고 입력 전력(maximum input power)까지

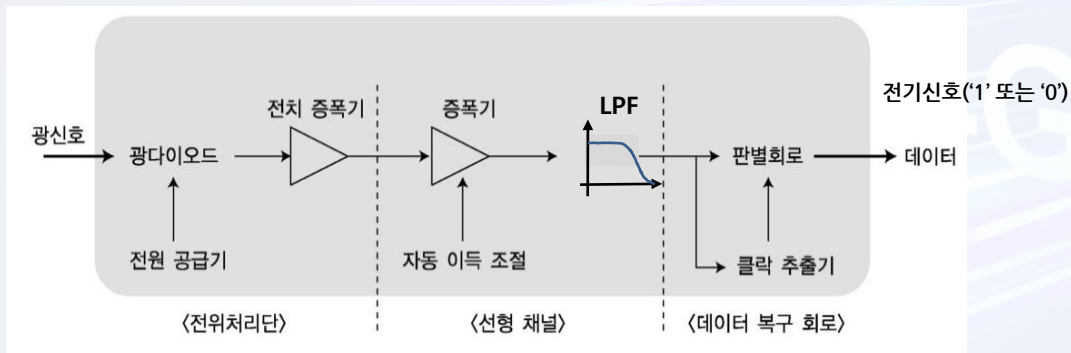
광수신기

◆ 디지털 광수신기의 구조와 기능

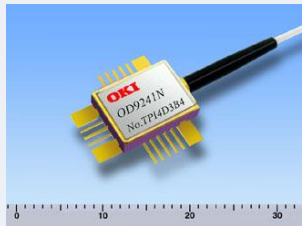
디지털 광수신기의 구조



디지털 광수신기의 기능도



광수신기의 외형





■ 전위처리단

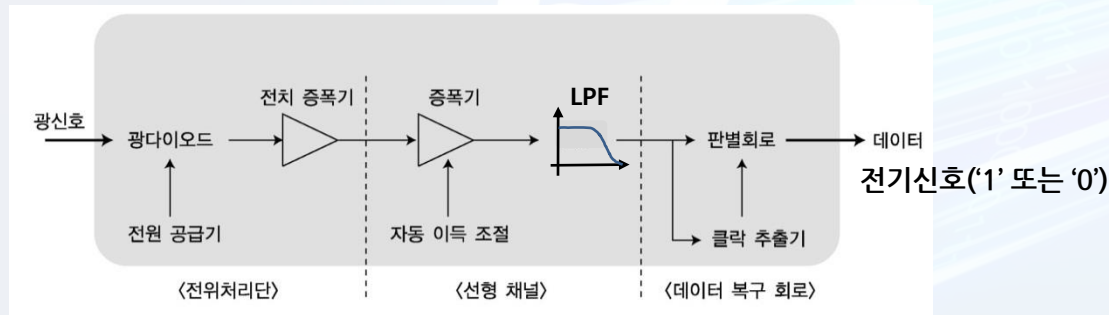
- 광다이오드 + 전치 증폭기(pre-amplifier)
- 전치 증폭기
 - 광다이오드의 출력인 미세한 전류 신호를 전압으로 바꿔, 다음 단의 주 증폭기에서 처리하기 쉽게 증폭하는 것이 목적
 - 추가로 잡음이 더해지지 않게 저잡음 증폭기 사용
 - 전치 증폭기 설계에 따라 광수신기의 응답 속도와 수신 감도가 크게 좌우
 - 응답 속도와 수신 감도는 일반적으로 절충(trade-off)관계

■ 선형 채널

- 전위처리단의 출력을 증폭하며, 광다이오드의 입력 전력 크기에 상관없이 증폭기의 출력이 일정하도록 함
- 증폭기의 출력은 잡음을 제한하기 위해 LPF를 통과
- LPF는 주 증폭기의 출력 전압 모양을 조절하여 심볼 간섭(ISI)을 최대한 억제하는 역할도 함

■ 데이터 복구 회로

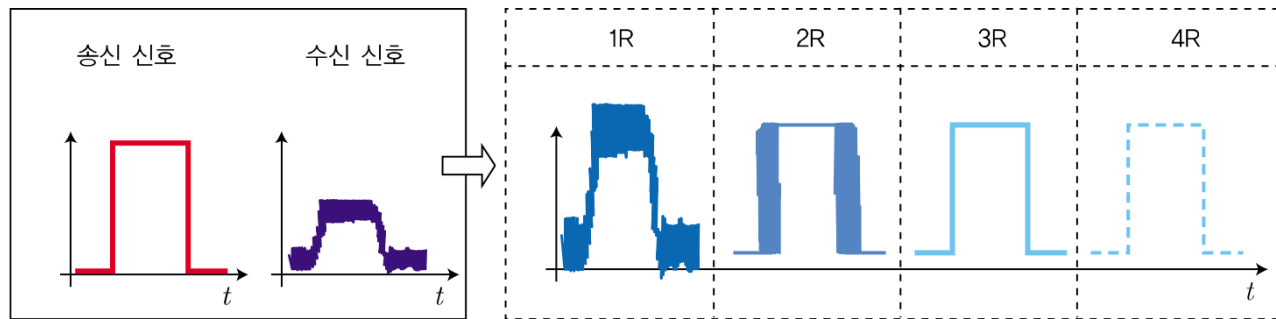
- 판별회로(decision circuit)와 클락 추출회로로 구성
- 매 비트 주기마다 '0' 또는 '1'을 판별



◆ 3R 수신기

- 수신기의 복잡도에 따른 분류

- ① 1R : 식별 재생(Reamplification)
- ② 2R(=1R+R) : 식별 재생(Reamplification) + 파형 정형(Reshaping)
- ③ 3R(=2R+R) : 식별 재생(Reamplification) + 파형 정형(Reshaping) + 타이밍 추출(Retiming)
- ④ 4R(=3R+R) : 식별 재생(Reamplification) + 파형 정형(Reshaping) + 타이밍 추출(Retiming) + 파장 재할당(Reallocation of wavelength)



[그림 5-22] 수신기의 기능과 데이터 복원

수고하셨습니다.

