

## 직접변조 방식을 채택한 2.5Gbit/s 송신기에서 소광비와 처핑의 바이어스 전류 의존성

### Chirp and Extinction Ratio dependence on bias current in 2.5Gbit/s transmitter based on direct modulation

김근영, 이용기  
한국통신 가입자망연구소 광통신연구팀  
gykim@kt.co.kr

서론 : 가입자 지역의 데이터 통신 용량의 증가로 기존 국간에서 병목현상을 피하기 위해 도입된 파장분할다중화(WDM) 기술이 도심(Metro) 지역에도 적용되고 있다<sup>(1)</sup>. 100km 미만의 단거리 지역은 경제성을 고려할 때 장거리 전송에 사용되는 외부변조 방식보다는 저가로 구현이 가능한 직접변조 방식의 송신기가 주로 사용되고 있다. 반도체 레이저를 이용한 직접변조 방식을 채택한 시스템에 있어 소광비와 처핑은 시스템의 전송성능을 결정하는 중요한 요소이다<sup>(2,3)</sup>. 본 논문은 직접변조 방식을 채택한 2.5Gbit/s 송신기의 반도체 레이저에 인가되는 바이어스 전류에 따른 소광비와 처핑을 실험적으로 측정하고 전송실험을 통해 소광비와 처핑으로 인한 파워 페널티가 최소가 되는 최적의 바이어스 전류값이 존재함을 확인했다.

실험 구성 및 결과 : 실험 구성은 그림 1과 같다. 2.5G 광송신기는 LD 구동회로와 DFB-LD, 자동온도제어부, 자동광출력제어부로 구성되어 있으며 펄스 발생기(PPG)로부터 입력신호레벨이 800mVpp인 2.5G의 전기적 신호를 입력받아 변조된 광신호를 출력시킨다. 논리적으로 "1"인 펄스내의 평균 광세기에 대한 논리적으로 "0"인 펄스내의 평균 광세기의 비로 정의되는 소광비는 샘플링 스크프를 사용하여 측정한다. 샘플링 개수는 2M로 설정한다. 광신호의 세기를 On-Off 즉, 강도 변조할 경우 광 펄스에 나타나는 주파수 이동인 처핑 측정을 위해 편광유지광섬유(PMF)로 만들어진 광섬유 마하젠더 간섭계와 시간 지연조절을 위한 PZT로 구성된 상용화된 처핑 측정기를 사용했다.

인가된 바이어스 전류를 가변시키면서 소광비와 처핑을 측정한다. 실험에 사용된 100km 스플의 총손실(24.2dB)과 같은 손실을 평가변 감쇄기를 사용하여 감쇄를 준후 바이어스 전류를 변화시키면서 BER를 측정하여 소광비에 의한 페널티를 측정한다. 처핑으로 인해 발생하는 페널티는 바이어스 전류를 가변시키면서 100km 단일모드 광섬유를 통과시킨 후 BER을 측정하여 계산한다.

그림 2은 2.5G 송신기에 인가되는 바이어스 및 변조전류가 각각 23mA, 45mA일때 2<sup>7</sup>-1 PRBS 패턴에 대해 측정된 처핑으로 펄스 상승부에 적색편이된 10.6GHz의 transient 처핑이 유기되는 것을 볼 수 있다.

반도체 레이저에 인가되는 바이어스 전류에 따른 소광비와 처핑의 의존성을 그림 3에 나타내었다. 처핑이 변하는 정도는 반도체 레이저 공진기내 반송자밀도의 변화에 의해 굴절률이 변하는 정도에 의존하므로 21mA 이하의 바이어스 전류에 대해서는 17GHz 정도의 처핑이 펄스에 유기되지만 25mA 이상의 바이어스 전류에서는 7GHz이하로 바이어스 전류가 증가함에 따라 처핑이 줄어들음을 알 수 있다. 반면 바이어스 전류가 증가함에 따라 논리적 "0" 비트에 해당하는 펄스의 광세기가 커지므로 소광비는 감소함을 알 수 있다. 바이어스 전류 증가에 따른 소광비 감소는 수신기의 신호대 잡음비 감소를 가져와 수신감도 저하를 가져오지만 처핑이 감소하여 비영분산영역(D > 0) 전송시 광섬유의 색분산으로 인한 펄스 퍼짐이 감소하므로 원하는 전송성능을 갖기 위한 최적의 바이어스 전류값이 존재함을 알 수 있다.

바이어스 전류를 가변시키면서 측정한 소광비 저하로 인한 페널티와 처핑으로 인한 페널티 및 총 시스템 페널티를 그림 4에 나타내었다. 소광비가 증가할 경우 소광비로 인한 페널티는 감소되지만 처핑

으로 인한 패널티가 증가하므로 2.5Gbit/s 직접변조 방식에서는 8~10dB의 소광비를 가질 경우(바이어스 전류가 발진문턱전류의 1.5배에서 1.8배) 소광비와 처핑을 인한 패널티가 최소가 되어 최적의 전송성능을 얻을 수 있음을 유추할 수 있다.

결론 : 2.5Gbit/s 직접변조 방식을 채택한 송신기의 경우 전송거리를 최대로 증가시키기 위해서는 소광비를 극대화하면서 최소의 처핑을 갖도록 바이어스 전류를 인가할 필요 있다. 바이어스 전류의 변화에 따라 펄스에 유기되는 처핑과 소광비를 측정하였다. 100km 단일모드 광섬유를 통해 전송한 후 소광비와 처핑에 의한 파워 패널티를 측정하여 총 파워패널티가 최소가 되는 최적의 인가 바이어스 전류가 발진문턱전류의 1.5배~1.8배인 경우임을 확인했다

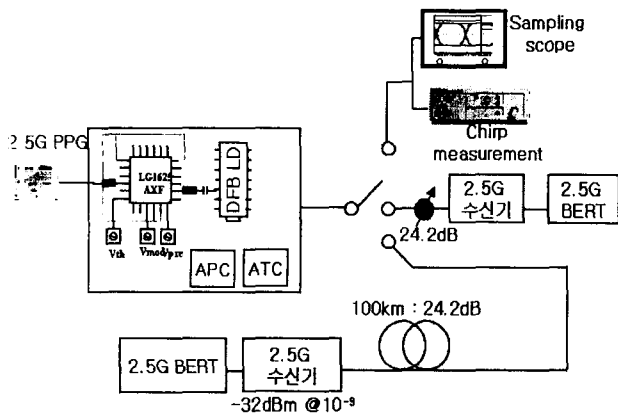


그림 1. 실험구성도

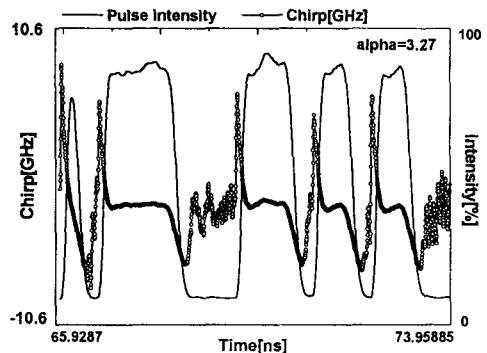


그림 2. 2.5Gbit/s 직접변조된 광신호의 출력광세기 및 처핑

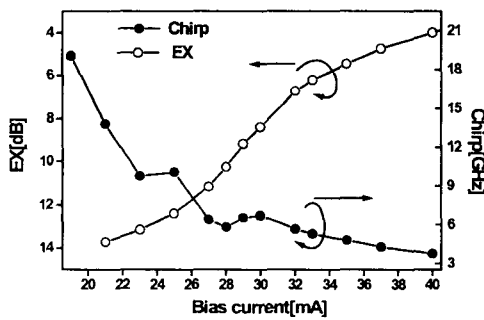


그림 3. 바이어스 전류에 따른 소광비와 처핑

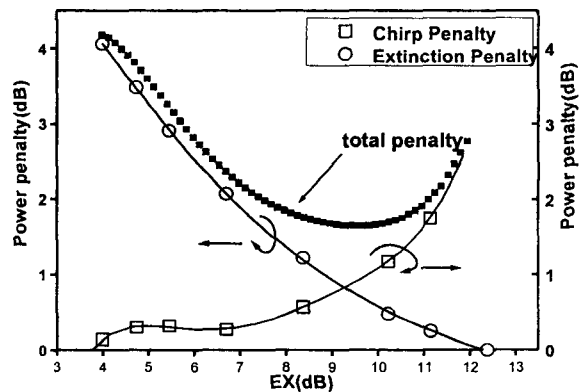


그림 4. 소광비, 처핑, 총시스템 패널티

참고문헌

1. Gary B.Redifer, "DWDM in the Metro Marketplace", NFOEC2000,
2. Hakki, Journal of lightwave technology, vol.10, no.7, pp. 964, 1992
3. Zhuang, et.al, International conference on communication technology, S35-02-1, 1998