

π -위상 천이 광섬유 브래그 격자를 이용한 NRZ 신호의 색분산 감시 기술

Chromatic Dispersion Monitoring technique for NRZ signal based on π -phase shifted fiber Bragg grating

김태영*, Masanori Hanawa**, 오충근*, 전시욱*, 박창수*

*광주과학기술원 정보통신공학과, **Yamanashi Univ.

msp@gist.ac.kr

실시간 색분산 보상 기술은 광통신 시스템의 전송속도가 40Gb/s 이상으로 증가함에 따라 중요한 기술로 많은 관심을 얻고 있다. 이런 색분산을 실시간으로 보상하기 위해서는 색분산의 양을 실시간으로 감시하는 기술이 하나의 핵심기술이다. 색분산을 감시하는 기술로써 클럭성분을 이용하는 방법⁽¹⁾, 위상-진폭변조 변환을 이용하는 방법⁽²⁾, 및 반송파 변조를 하여 반송파를 감시하는 방법⁽³⁾들이 보고되었다. 이들 중에서 클럭성분을 이용하는 방법은 시스템의 변화 없이 쉽게 색분산의 양에 대한 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 하지만 NRZ (non-return to zero) 신호의 경우에는 클럭성분이 미약하기 때문에 클럭성분을 향상시킬 수 있는 기술이 추가적으로 요구된다.

한편, NRZ 신호의 클럭 성분 향상을 위한 방법으로는 많은 방법들이 보고되었다. 그 중, 일정한 시간 지연을 갖는 광간섭계를 이용하여 NRZ 신호를 PRZ (pseudo return to zero) 신호로 변환하여 클럭 성분을 향상시키는 방법이 구조적 및 방법적으로 간단하다. 최근 본 연구그룹에서는 π -phase shifted fiber Bragg grating (π -PSFBG)을 이용하여 안정적인 시간 지연 간섭계를 구현하여 안정적으로 NRZ 신호를 PRZ 신호로 변환하는 기술을 발표하였다. π -PSFBG는 시간 지연차에 대한 미세한 광섬유를 제외하고는 광섬유를 공유하기 때문에 외부환경에 매우 둔감하며, 미세한 시간 지연 구현이 가능하다는 장점이 있다.

본 논문에서는 π -PSFBG를 이용한 NRZ 신호를 PRZ 신호로 변환하여 NRZ 신호의 클럭 성분을 향상시켜, 이를 이용하여 색분산의 양을 감시할 수 있는 기술을 제안하고, 10Gb/s 광통신 시스템에서 그 성능을 실험적으로 검증한다.

그림 1은 π -PSFBG를 이용한 NRZ 신호를 PRZ 신호로 변환되는 동작원리를 나타낸다. π -PSFBG는 두 개의 내부 광섬유 브래그 격자 (FBG)와 위상 변환 부분으로 이루어져 있다. L_1 의 길이를 갖는 두 개의 내부 FBG는 원하는 시간 지연에 해당하는 길이인 L_2 의 간격을 갖고 일렬 배열된다. NRZ 신호는 광 서큘레이터를 통해 입력된다. 입력된 NRZ 신호의 일부는 첫 번째 FBG (FBG1) 에 의해 반사되고, 통과된 나머지 광 신호는 두 번째 FBG (FBG2) 에 의해 다시 반사가 된다. 두 개의 반사되는 NRZ 신호는 π 만큼 위상차이를 갖는다. 이 때, L_2 의 길이를 신호의 비트 주기보다 적을 경우, 광 서큘레이터의 출력에서는 PRZ 신호를 얻을 수 있다.

그림 2는 제안된 기술의 성능을 검증하기 위한 실험 구성도이다. 파장가변레이저를 LiNbO_3 변조기를 이용하여 $2^{23}-1$ 의 길이의 10Gb/s PRBS 신호로 외부 변조하였다. 변조된 NRZ 신호는 EDFA를 이용하

여 증폭되었으며, 여러 가지 색분산을 구현하기 위해서 단일모드광섬유와 색분산보상광섬유의 조합을 이용하였다. 색분산을 겪은 NRZ 신호는 40ps 시간 지연을 갖는 π -PSFBG를 이용하여 PRZ 신호로 변환되었다. 변환된 PRZ 신호는 광검출기를 이용하여 수신하였다. 수신된 PRZ 신호의 색분산에 따른 클럭 성분 변화는 스펙트럼분석기를 통해 측정되었다.

그림 3은 NRZ 신호와 PRZ 신호의 스펙트럼이다. 그림 3에서 알 수 있듯이, NRZ 신호의 경우는 클럭 성분대 최대 변조성분의 비(CMR)가 -10 dB로 클럭 성분이 미약하였으나, PRZ 신호의 경우 CMR은 38 dB로 클럭 성분이 많이 향상되었다. 향상된 클럭 성분은 색분산 감시에 사용에 충분하다.

그림 4는 색분산에 따른 클럭 성분의 세기를 나타낸다. 클럭 성분은 색분산에 없을 경우, 즉 0일 경우 최대이며, 색분산이 증가함에 따라 클럭 성분의 세기는 감소하였다. 또한 음의 색분산에 대해서도 감소하는 경향을 보였다. 제안된 색분산 감시 기술의 클럭성분의 최대/최소차는 15 dB 였으며, 측정 가능한 색분산의 범위는 ± 680 ps/nm 였다. 비록 제안된 기술은 양과 음이 색분산에 대해서 클럭성분의 세기가 대칭적이지만 제안된 기술은 간단하며 안정적으로 색분산의 양을 감시하였다.

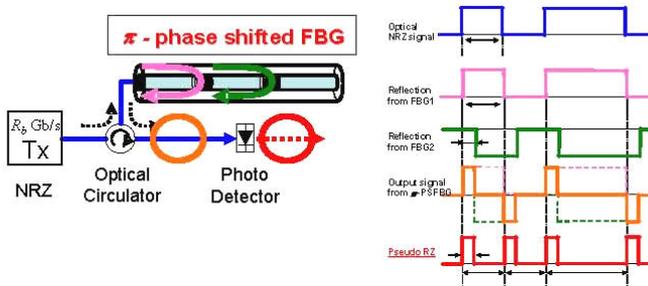


그림 1. π -PSFBG를 이용한 PRZ 추출원리

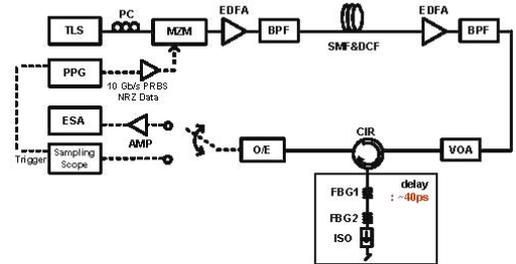


그림 2. 실험 구성도

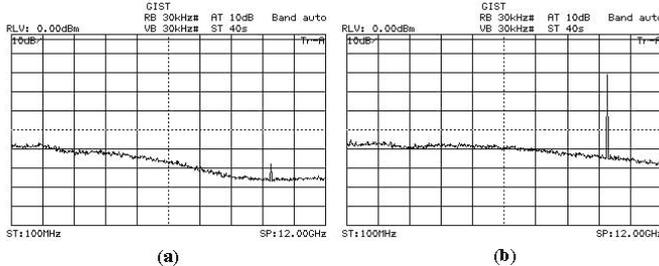


그림 3. (a) NRZ, (b) PRZ 신호의 스펙트럼

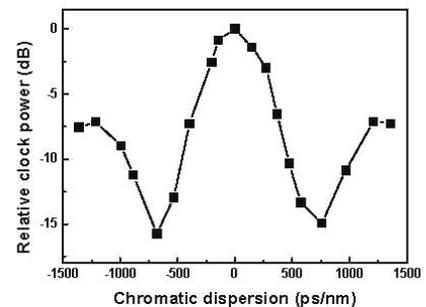


그림 4. 색분산에 따른 클럭 성분 세기

본 논문은 BK21 사업 및 한국과학재단 특정기초사업 (No. R01-2006-000-11088-0) 의 일부 지원으로 수행되었습니다.

References

1. Z. Pan, *et al*, *Optics Communications.*, vol. 230, pp. 145 - 149 (2004).
2. S. Kuwahara, *et al*, *Electron. Lett.*, vol. 35, pp. 593-594, (1999).
3. M. N. Petersen, *et al*, *Proc. OFC 2001, Anaheim, CA*, Paper WH4 (2001).
4. M. Hanawa, *et al*, *Proc. OECC 2005*, Paper 8D2-5, pp. 820-821 (2005).