

광학적 위상 가변기를 갖는 π -위상 천이 광섬유 브래그 격자 기반의 광 차동 위상 편위 신호 복조기

(¹)김태영, (²)Masanori Hanawa, (³)김선중, (⁴)한수옥, (⁵)김윤현, (¹)한원택, (¹)박창수
 (¹)광주과학기술원, (²)Univ. of Yamanashi, (³)한국정보통신기술협회, (⁴)한국광기술원, (⁵)LG화학 연구소
 csp@gist.ac.kr

Optical DPSK Demodulator based on π -Phase Shifted Fiber Bragg Grating with an Optically Tunable Phase Shifter

(¹)Tae-Young Kim, (²)Masanori Hanawa, (³)Sun-Jong Kim, (⁴)Swook Hann, (⁵)Yune Hyoun Kim, (¹)Won-Taek Han, and (¹)Chang-Soo Park
 (¹)GIST, (²)Univ. of Yamanashi, (³)TTA, (⁴)KOPTI, (⁵)LG Chem Ltd. Research Park

요 약

본 논문은 광 차동 위상 편이 신호(DPSK: differential phase shift keying)의 직접 검출을 위한 새로운 구조의 광 차동 위상 편이 신호 복조기에 관한 것으로 제안된 복조기는 π -위상 천이된 광섬유 브래그 격자와 $\text{Yb}^{3+}/\text{Al}^{3+}$ 첨가된 광섬유를 이용하여 구현하였으며, 내장된 $\text{Yb}^{3+}/\text{Al}^{3+}$ 광섬유에 980-nm 대역의 펌핑 광을 입사시켜 원하는 광학적 위상 변화를 얻을 수 있었다. 제안된 복조기는 $\sim 40\text{dB}$ 의 코히어런트 간섭을 가지며, 이는 시스템 성능 기준인 -25 dB 값 보다 적음이었으므로, 10-Gb/s DPSK 신호를 이용하여 측정된 아이패턴과 비트 에러율로부터 이를 검증하였다.

1. 서론

최근 광 차동 위상 편이 변조 신호(DPSK: differential phase shift keying)는 광섬유 비선형성에 강하고 편광의존분산에 강한 장점 때문에 장거리 고속 광통신에 적합한 새로운 변조 형식으로 많은 관심을 받고 있다[1][2]. 그러나 광 DPSK 신호를 일반적인 광 수신기로 직접 수신하기 위해서 수신기 앞에 위상 변조 신호를 진폭 변조 신호로 변환해주는 복조기가 필요하다. 일반적으로, 광 DPSK 복조기로서, 신호 주기만큼 광 지연선을 갖는 마흐-젠더 간섭계(MZI)가 주로 사용되어 왔다[3]. 그러나 MZI는 외부 환경에 매우 민감하기 때문에, 부가적인 보상회로들이 필요하고, 비트 주기에 해당하는 적은 시간 지연을 구현하기 힘들다는 단점이 있다. 이런 문제를 해결하기 위한 연구로 높은 복굴절을 갖는 광섬유를 이용하여 위상을 편광으로 변환하고 편광기를 이용하여 이를 복조하는 방법과[4] 복굴절 광섬유 루프를 이용하여 복조하는 방법[5] 등이 보고된 바 있으나 두 가지 방법 모두 입력 신호의 편광을 맞춰주거나 루프내의 편광 상태를 유지시켜줘야 하는 단점이 있다.

일반적으로 광원의 중심 파장은 시간에 따라 미세하게 변할 수 있으며 DPSK 복조기의 경우 위상 에러를 발생시키는 요인이 될 수 있다. 이런 변화를 보상하기 위해서는 위상 가변기능이 필요하며, 기존의 방법인 위상 가변 방식은 광섬유에 열을 가해 광섬유의 굴절률을 변화시켜 얻는 방식으로 응답속도가 늦다는 단점이 있다.

본 논문에서는 광학적 위상 가변기를 갖는 π -위상 천이된 광섬유 브래그 격자 기반의 새로운 광 차동 위상 편이 신호 복조기를 제안하고 그 성능을 실험적으로 검증한다. 제안된 복조기는 구조적으로 매우 작으며, 보편화된 광섬유 격자 기술을 기반으로 하고 있기 때문에 매우 정교한 시간 지연을 구현할 수 있으며,

저가로 제작이 가능한 장점을 갖는다. 또한 광학적 위상

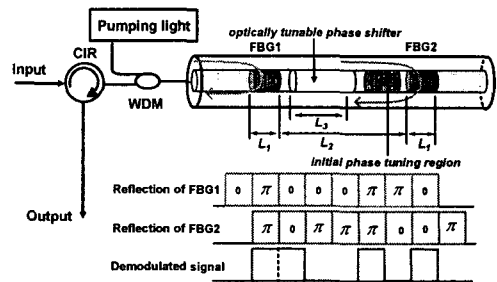


그림 1. 동작 원리.

가변기로부터 빠르고 정교한 위상 조절 기능을 얻을 수 있다[6-8].

2. 원리 및 실험

그림 1은 제안된 복조기의 동작 원리를 나타낸다. 제안된 복조기는 두 개의 내부 fiber Bragg grating (FBG)과 초기 위상 편이 부분, $\text{Yb}^{3+}/\text{Al}^{3+}$ 첨가된 광섬유(YDF)로 이루어져 있다. L_1 의 길이를 갖는 두 개의 내부 FBG는 L_2 의 간격을 갖고 일렬 배열된다. DPSK신호는 광 서큘레이터를 통해 입력된다. 입력된 광 신호의 일부는 첫 번째 FBG (FBG1)에 의해 반사되고, 통과된 나머지 광 신호는 두 번째 FBG (FBG2)에 의해 다시 반사가 된다. 이 때 FBG2에 의해 반사된 광 신호는 FBG1에 의해 반사된 광 신호와 π 만큼 위상이 차이가 나고, 일정량의 시간 지연을 갖게 된다. 이 때 시간 지연량, Δt ,는 수식 (1)에 의해서 계산된다.