

피드백을 이용한 이득 고정과 평탄한 이득을 가진 EDFA

Gain-Clamping using feedback loop and Gain-Flattening in Erbium-doped Fiber Amplifier

이형주, 김용평

경희대학교 전자·정보학부

lhjkhm@cvs2.kyunghee.ac.kr

파장 분할 다중화(WDM)기술은 빠른 속도로 발전해 왔으며, 이에 대한 연구는 계속되고 있다. 전송용량의 증가에 의해 전송 채널의 수가 증가하고 이에 따라 이득 대역도 더 넓어져야 한다.⁽¹⁾ 파장 분할 다중화(WDM) 시스템의 구성에서 어븀 첨가 광섬유 증폭기(EDFA)는 시스템의 핵심 요소로 각 단계마다 몇 개씩의 EDFA가 사용된다. EDFA에서는 이득의 변화가 10 ms 정도로 천천히 일어나므로 입력의 평균값에 의해 이득이 결정된다. 따라서, EDFA는 모든 채널의 입력의 합이 일정할 때 이득의 상호 포화로 인한 채널 간의 누화가 없다는 장점이 있기 때문에 다채널 WDM 시스템의 광섬유 증폭기로 매우 유용하게 이용되고 있다.⁽²⁾ 그러나, 다채널의 WDM 시스템에서는 시스템의 변경, 확장, 시스템의 오류 등에 의하여 EDFA를 통과하는 채널의 수가 변할 수 있다. 통과 채널의 수의 증가에 따른 입력 세기의 증가에 따라 포화값이 증가하고, 이득이 감소하여 통과하는 채널의 세기가 감소하여 광출력 세기가 작아져 수신감도가 낮아지게 된다. 통과 채널의 수가 감소에 따른 입력 세기의 감소에 따라 포화값이 감소하고, 이득이 증가하여 통과하는 채널의 세기가 증가함에 의해 비선형 현상이 일어난다. 이를 해결하기 위해서 입력의 세기에 따라 이득의 변화가 없이 일정한 출력을 유지하는 EDFA를 설계하여야 한다. 따라서, EDFA의 이득을 일정하게 유지하는 방법인 자동 이득 조정(AGC : Automatic Gain Control) 방법이 많이 연구되고 있다. EDFA의 자동 이득 조정 방법은 보상 신호를 인가하는 방법과 펌프광을 조절하는 방법 등이 있다. 보상 신호를 인가하는 방법은 입력 신호광 이외의 보상신호를 위한 추가의 LD가 필요하므로 상대적으로 비용이 많이 드는 단점이 있다.⁽²⁾ 따라서, 본 논문에서는 펌프광을 조절하여 이득을 고정하고 이득 평탄화 할 수 있는 2단의 광섬유 증폭기를 구현하였다.

그림 1은 2단 광섬유 증폭기의 구조를 나타낸다. 앞단과 뒷단에 각각 120mW의 펌핑파워와 17m, 13m의 EDF를 사용하였고, 입력신호의 전체 입력 신호의 세기는 -8 dBm에서 -30 dBm의 변화를 주었다. 이득 고정을 위해 앞단은 90/10 coupler를 이용하여 피드백 루프를 구성하여 입력 세기에 따른 펌프 파워를 변화시킴으로써 이득을 고정하고 뒷단은 최대한의 이득 평탄화를 위해 사용하였다.

그림 2는 피드백 루프를 이용한 경우(On)와 이용하지 않은 경우(Off)의 이득 특성을 보여주고 있다. 피드백 루프를 이용하지 않은 경우는 소신호 입력에서 35dB의 이득을 나타내며 입력 신호의 세기가 증가할수록 이득이 줄어들음을 알 수 있고, 피드백 루프를 이용한 경우는 -8 dBm에서부터 -30 dBm까지의 입력 신호 세기의 변화에서 이득이 약 23dB로 고정됨을 알 수 있다.

EDFA의 경우 1530nm 대역의 이득이 높기 때문에 넓은 평탄대역을 사용하기가 어렵다. 그러나, 더 넓은 평탄대역을 사용하고자 할 때 tunable optical filter를 사용하면 약 30nm에서 40nm 정도의 평탄한

대역을 이용할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 약 20nm의 평탄 대역을 이용하였다. 입력 신호 세기의 변화는 앞단의 밀도 반전율의 변화를 일으켜 전체적인 이득의 스펙트럼이 변하게 된다. 따라서, 앞단의 이득만 고정할 수 있다면 이득 스펙트럼 또한 일정하게 유지할 수 있다. 그림 3은 입력 신호의 세기를 -25 dBm 에서부터 -8 dBm까지의 입력 신호의 세기가 변하더라도 1540nm에서 1560nm까지의 이득 스펙트럼의 변화가 거의 없음을 알 수 있다.

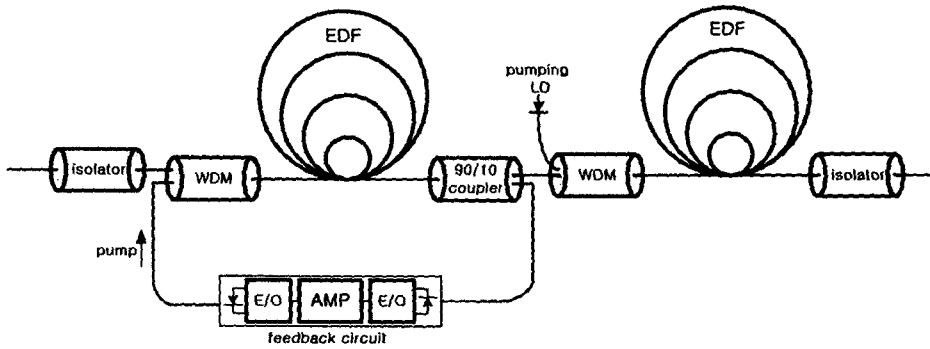


그림 1. 구현된 이단구조의 광섬유 증폭기(EDFA)

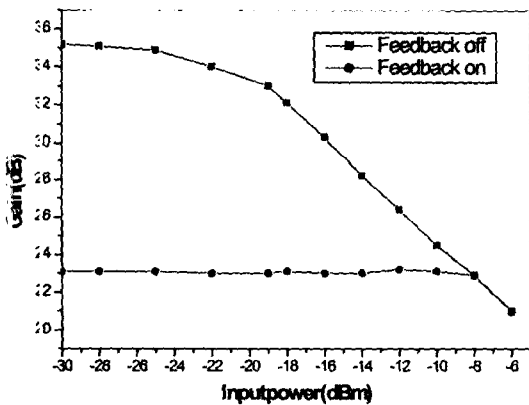


그림 2. 입력 신호의 세기에 따른 이득곡선

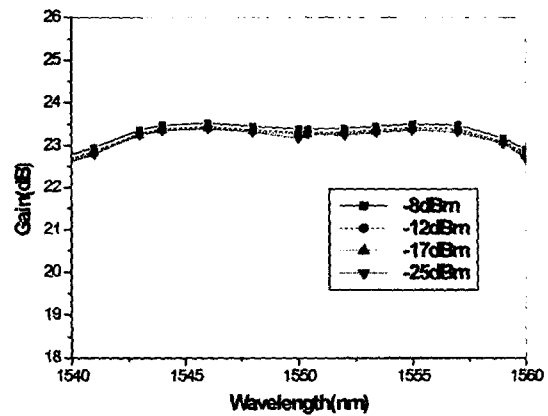


그림 3. 입력 신호 세기의 변화에 따라 이득이 고정된 경우의 이득 스펙트럼

참고문헌

1. M. A. Mahdi, et al, IEEE Photonics technology letters, Vol. 11, No 12, pp1581~3 (1999)
2. Sang Yong Kim, Joon Chung, Chang Joon Chae, Byoung Ho Lee, "Performances of gain-clamped EDFA with different optical feedback wavelengths for use in WDM networks" 한국광학회지, Vol. 8, No 3, (1997)