

### 반도체 기반 완전광 3R 재생기

## All-optical 3R regenerator based on semiconductor

이대수, 임영안, 김동철, 박경현  
한국전자통신연구원 기반기술연구소 광소자연구부  
yds63508@etri.re.kr

3R 재생이란 광통신에서 전달되는 신호가 광섬유에서 dispersion, 비선형효과 등으로 인해 왜곡된 것을 원래의 상태로 만드는 기술을 말한다. 그림 1에서 보듯이 가장 아래의 그림과 같은 신호가 전송에 의해 가장 위의 그림과 같은 신호로 왜곡된다. 이 신호를 reamplifying 하고 그 신호로부터 clock을 재생하며 reamplifying 된 신호와 clock에 의해 retiming 및 reshaping 된 신호를 만든다. Reamplifying, reshaping, retiming을 합해서 3R 재생이라 한다.

3R 재생은 여러 방법이 있지만, 여기에서는 그림 2와 같이, 왜곡된 신호를 분기하여 하나는 self-pulsating 반도체 레이저에 주입해서 injection locking에 의해 주입된 신호의 주파수를 갖는 optical clock을 발생시킨다. 반도체 Mach-Zehnder 간섭계에서는 또 하나의 분기된 왜곡된 신호와 clock의 decision에 의해 3R 재생을 한다. 본 논문에서는 10 Gb/s 3R 재생에 대해 소개한다.

optical clock 재생을 위해 self-pulsation을 발생하는 다영역 반도체 레이저를 제작하였다 (그림 3). 손실결합 분포케환영역, 위상조절영역, 증폭영역, 투명영역으로 구성된다. 손실결합 분포케환영역은 단일모드 레이저로서 작용하고, 나머지 영역들은 케환공진기로서 작용한다. 적절한 케환 조건하에서 2개의 복합공진기 모드들의 beating에 의해 펄스가 발생된다. 증폭영역과 위상조절영역의 전류의 크기에 따라 케환세기와 위상이 변하고 펄스 주파수가 변한다. 펄스 주파수는 7~11.5 GHz에서 변화 가능하고, extinction ratio는 6.5 dB 이상이다.

Self-pulsating 반도체 레이저가 약 10 GHz의 free-running self-pulsation을 발생하는 상태에서 10 Gb/s PRBS(2<sup>31</sup>-1) RZ 신호를 레이저에 주입하면, self-pulsation이 신호에 동기가 되어 optical clock을 발생한다 (그림 4). Optical clock의 RMS jitter는 약 2.5 ps이고, extinction ratio는 약 7 dB이다. 활성층

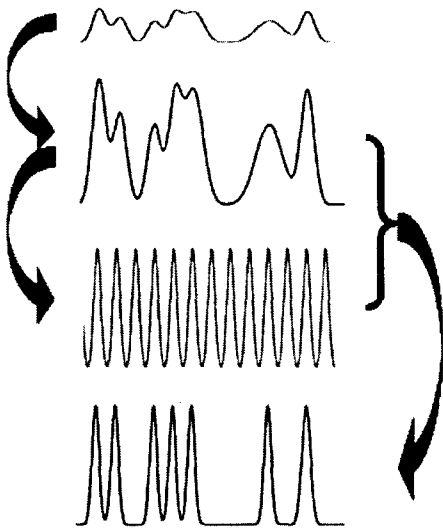


그림 1. 신호의 3R 재생 단계.

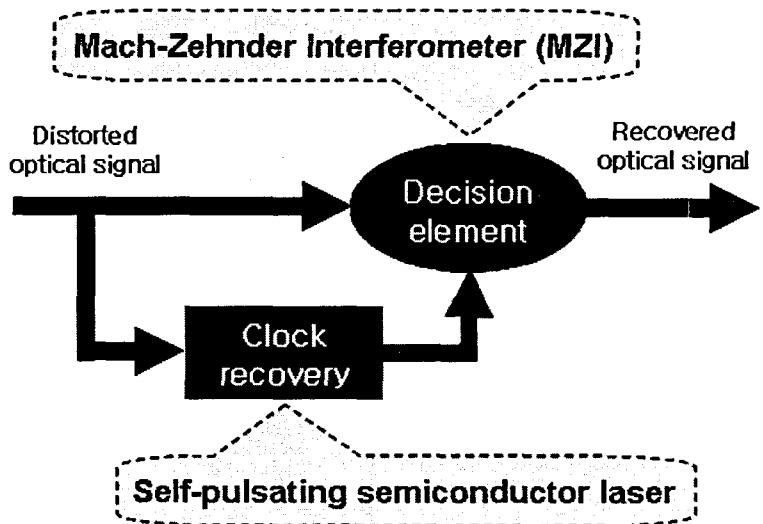


그림 2. 신호의 3R 재생 방법.

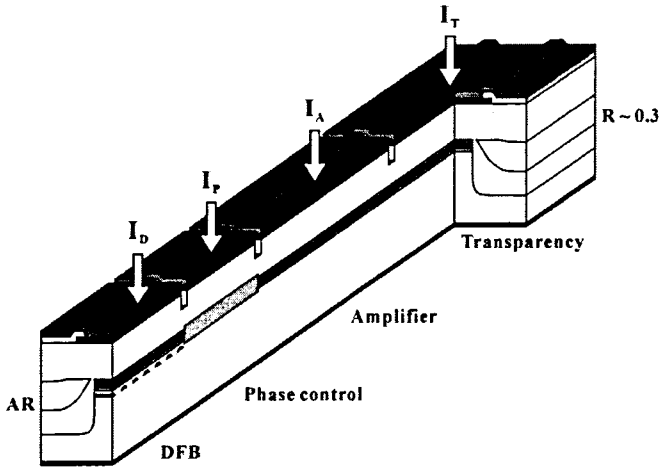


그림 3. Self-pulsating 반도체 레이저의 구조.

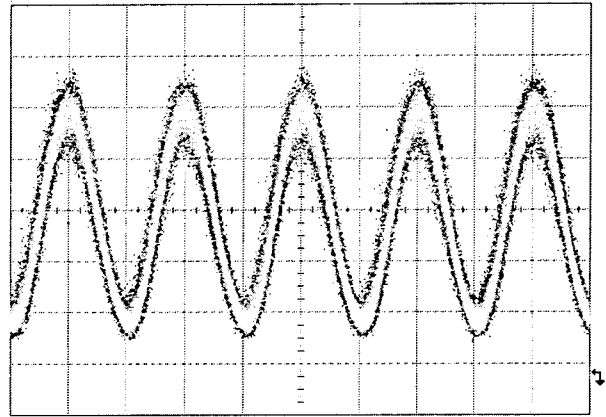


그림 4. 10 Gb/s PRBS( $2^{31}-1$ ) RZ 신호로부터 재생된 clock.

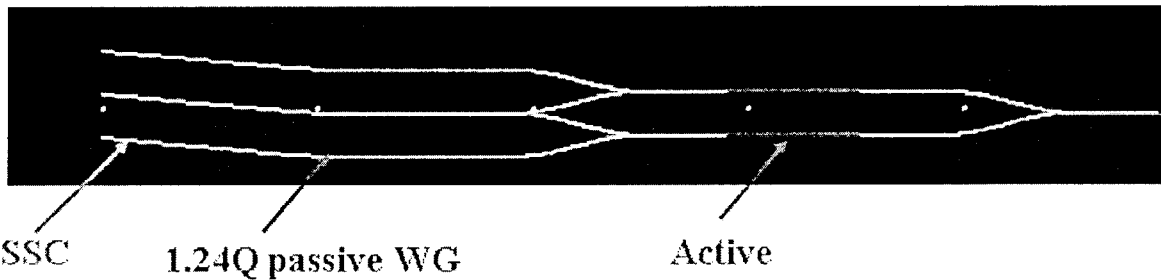


그림 5. 반도체 Mach-Zehnder 간섭계의 구성도.

의 gain band에 있는 wavelength를 갖는 신호로부터 optical clock의 재생이 가능하다. 약 6 dB 폭의 범위 안의 power를 갖는 신호로부터 optical clock의 재생이 가능하다.

그림 5는 제작된 반도체 Mach-Zehnder 간섭계의 구성도이다. 각 arm에 반도체 광증폭기가 있고, 간섭계의 전체적인 균일성을 높이기 위해서 buried ridge 구조를 사용하여 제작되었다. 상부나 하부의 입력단에 입력되는 control beam이 한쪽 arm에 있는 광증폭기의 전하밀도와 굴절률을 변화시킨다. 중앙의 입력단에 입력되는 probe beam이 각 arm으로 분기되었다가 합쳐질 때, control beam으로 인한 한쪽 arm의 위상 변화로 control beam의 data가 probe beam으로 옮겨진다.

그림 6은 10 Gb/s PRBS( $2^{31}-1$ ) RZ 신호와 그림 4의 optical clock을 반도체 Mach-Zehnder 간섭계에 입력하여 얻어지는 결과이다. Extinction ratio가 11.7 dB이고, RMS jitter가 2.3 ps이다.

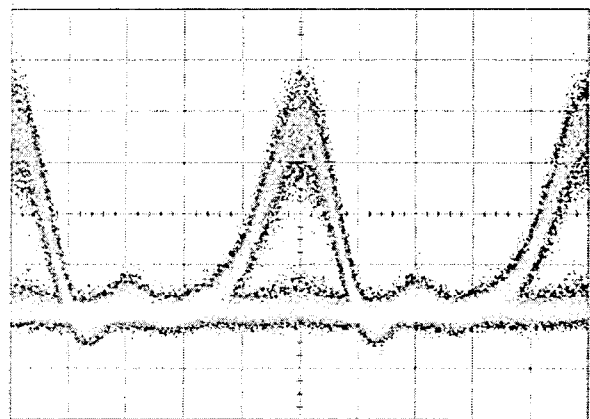


그림 6. 10 Gb/s PRBS( $2^{31}-1$ ) RZ 신호의 3R 재생 결과.

F  
D