

## 단일 electrode 타입의 MZ 변조기를 이용한 10GHz 초단 광 펄스열 생성에 관한 연구

### A Study on the Generation of 10GHz short optical pulse train using single electrode type MZ modulator

김경민, 박종한, 박남규

서울대학교 전기·컴퓨터공학부 광통신시스템 연구실

kyoungmin.kim@luxpert.com

#### 1. 서론

높은 반복률을 지니는 초단 광 펄스열을 생성하는 방법으로 펄스압축기법이 존재한다. 기존의 방법은 두 개의 CW laser를 이용한 비팅 신호<sup>(1)</sup>나 주파수 chirp이 발생하지 않는 외부 변조기를 통해 입력 펄스열을 생성<sup>(2)</sup>한 후 압축을 시도하였다. 그러나 안정적이고 비교적 짧은 광 펄스열을 얻기 위해서는 기존의 방법으로는 비교적 높은 광 파워나 긴 압축기를 필요로 한다. 이번 연구에서는 압축기의 입력으로 single-electrode type의 Mach-Zehnder(MZ) 변조기를 이용한 정현파의 광신호를 사용하고, CDPF(comb-like dispersion profiled fiber)를 압축기로 이용하여 펄스압축을 시도하였으며 기존의 방법보다 압축 효율이 우수함을 보여주었다.

#### 2. 이론 및 실험

MZ 변조기의 경우 두 가지 형태가 존재한다. RF 신호를 통해 위상변화를 주는 arm이 두 개인 경우 거의 이상적인 변조기로 광 출력 파형은 인가되는 RF신호에 따라 광 세기만이 변조가 된다. 하지만 위상변화가 하나의 arm에서만 발생하는 single-electrode type MZ 변조기의 경우 광 출력 파형은 세기뿐 아니라 위상도 변조되어 RF입력에 따른 주파수 chirp이 발생한다. 그리고 이러한 주파수 chirp은 펄스압축에 용이하게 작용을 하게 된다. 즉, 압축기로 들어가는 입력 정현파가 자체적으로 chirp을 가지게 되면 비선형에 의한 chirp생성과 함께 작용하여 결국은 같은 비선형효과를 얻기 위해 필요한 광파워나 광섬유의 길이도 감소하게 된다. 따라서 같은 광섬유와 광파워가 주어지는 경우 single-electrode type의 MZ 변조기를 이용해 압축하는 경우, 보다 효율적으로 압축이 발생하게 된다. 컴퓨터 simulation에 의하면 22dBm의 광파워로 10km의 SMF로 이루어진 압축기를 통과하는 경우, 기존의 chirp이 발생하지 않는 비팅 신호나 dual-electrodes type의 MZ변조기의 경우는 21ps의 펄스폭으로 압축이 되며, 제안된 방식으로 압축하는 경우 9.3ps의 펄스폭을 가지게 된다. 이는 제안된 펄스압축방식이 펄스의 압축면에서 매우 효율적임을 보여준다. 이러한 이론결과를 입증하기 위해 다음과 같이 실험을 수행하였다. 실험 구성도는 그림 1에서 볼 수 있듯이 CW laser를 MZ 변조기를 이용해 10GHz 정현파로 변조시킨 뒤, 비선형을 이용한 펄스압축을 위해 광증폭기로 증폭시킨 뒤 광섬유로 이루어진 압축기를 통해 압축을 수행한다. 그리고 압축된 펄스에서 나타나는 pedestal을 제거하기 위해 NALM(nonlinear amplified loop mirror)을 사용하여 pedestal을 제거하였다. 그림 2는 실험 결과를 나타낸다. 실험에서 광증폭기의 출력

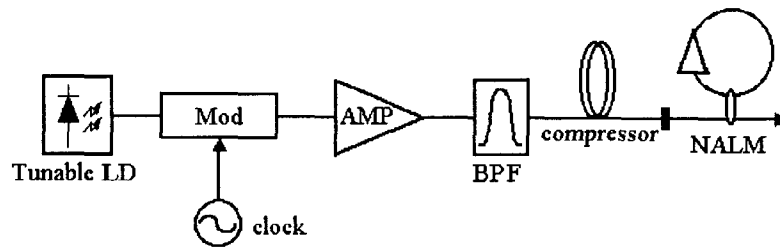


그림 1 실험 구성도

단의 파워는 22dBm이며, 압축기는 5km의 SMF와 2km의 DSF 그리고 1km의 SMF로 이루어진 CDPF(comb-like dispersion profiled fiber)를 이용하였다. 그림 2(a)는 최종 출력신호의 auto-correlation trace를 나타내며, trace폭이 6.5ps로 sech<sup>2</sup>의 모양인 경우로 가정하면, 실제적인 펄스폭은 4.2ps가 된다. 그림에서 보이듯이 pedestal은 거의 나타나지 않으며, 그림 2(b)에서의 스펙트럼에서도 이상적인 광 솔리톤 모양의 스펙트럼 형태가 나타난다.

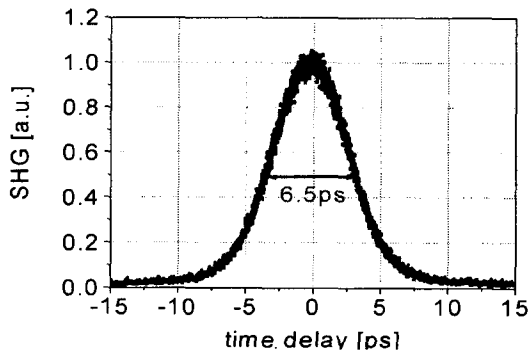


그림 2(a) 출력 신호의 auto-correlation trace

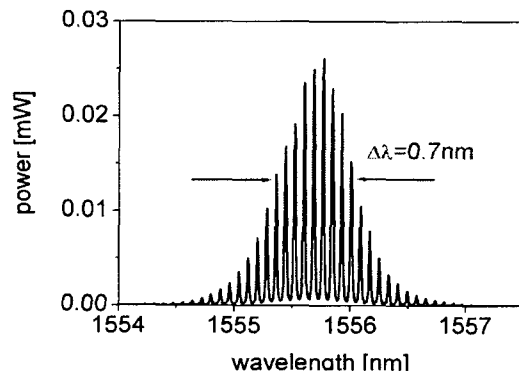


그림 2(b) 출력 신호의 광 스펙트럼

### 3. 결론

본 논문에서는 고주파의 초단 광 펄스열을 생성하는 새로운 방법을 제안하였으며, single-electrode type의 MZ 변조기를 이용해 10GHz의 정현파를 생성한 뒤, DSF와 SMF의 조합으로 이루어진 CDPF를 통해 4.2ps의 펄스폭을 가지는 10GHz 광 펄스열을 생성하였다.

### 참고 문헌

1. P. V. Mamyshev, S. V. Chernikov and E. M. Dianov, "Generation of Fundamental Soliton Trains for High-bit-rate Optical Fiber Communication Lines", IEEE J. Quantum Electron. vol.27, 2347-2355 (1991)
2. E. A. Swanson and S. R. Chinn, "40GHz Pulse Train Generation Using Soliton Compression of a Mach-Zehnder Modulator Output", IEEE Photon. Tech. Lett. vol.7 114-116 (1995)