

## 마하젠더 강도 변조기 출력의 여파된 측파대 혼합 및 솔리톤 압축에 의한 고속의 광펄스 발생

### High Speed Optical Pulse Generation by Filtered Sideband Mixing and Soliton Compression of a Mach-Zehnder Modulator Output

한상진, 연제선, 강성철, 이수희\*, 박종대, 서동선

명지대학교 전자공학과 및 정보통신우수연구센터, \*한국통신 연구개발본부 기술표준팀

ptr15@wh.myongji.ac.kr

광섬유 증폭기의 발달로 손실에 의한 정보전송 제약조건이 해결됨에 따라, 광섬유 분산을 극복할 수 있는 광 솔리톤에 의한 정보전송이 많은 연구의 대상이 되어왔다. 고속의 광 솔리톤 펄스 발생 방법으로서 두 개의 광파 혼합에 의한 맥놀이 신호를 분산감소광섬유(DDF)로 압축하는 방법이 널리 이용되어왔다. 이 광파 혼합 방법은 고속의 신호를 만들 수는 있으나, 두 광파원의 불안정성으로 인한 맥놀이 신호의 주파수 변동이 심한 단점이 있다. 이에 따라 최근에는 마하젠더(MZ) 변조기의 강도변조 출력을 솔리톤 압축에 의해 안정된 펄스열을 얻는 방법이 제시된 바 있다. 그러나, 이 방법은 MZ 변조기의 대역폭에 의해 펄스발생 속도가 제한되는 단점이 있다. 이 속도제한에 대한 단점을 보완하기 위해 Swanson 등은 MZ 변조기를 “최소” 또는 “최대” 출력 전력점에 바이어스하고 RF 변조신호를 인가하여, 인가된 RF 주파수의 2배에 해당하는 펄스열을 얻은 바 있다<sup>(1)</sup>. 본 연구에서는 그림 1에 보인 바와 같이 웨브리 페롯(FP) 에탈론 필터를 이용하여 2배로 강도변조된 출력의 양 측파대 주파수 성분만을 필터링한 후, DDF를 이용한 솔리톤 펄스압축으로 MZ 변조기에 인가되는 RF 주파수의 4배에 해당하는 초단 펄스열을 얻는 방법을 제시한다. 이는 두 광파의 혼합에 의하지 않고도 현재 개발된 25 GHz의 MZ 변조기로도 100 GHz급의 안정된 펄스열을 발생시킬 수 있음을 의미한다. 모의실험에서 피네스(finesse) 14 및 자유스펙트럼영역(FSR) 100 GHz인 FP 필터와 3 km의 지수함수적 분산감소 특성의 DDF를 가정하였다. 그림 2는 MZ 변조기를 정확히 “최대” 점에 바이어스하고 침투치가  $V_{\pi}$  ( $\pi$  위상차 전압)인 RF 신호를 인가한 이상적인 경우에 대한 MZ 강도변조출력(a) 및 스펙트럼(b)과 측파대 혼합된 FP 필터 출력(c)을 보이고, 그림 3은 MZ 변조기의 바이어스 점이 “최대” 점에서  $0.2 V_{\pi}$  벗어난 상태에서 동일한 RF 신호로 MZ 변조기를 동작시켰을 때의 각각의 출력특성을 보인다. 바이어스점 선정오차로 인한 강도변조 출력의 왜곡에도 불구하고 FP 필터의 출력은 이상적인 경우와 매우 유사함을 알 수 있다. 이 같이 제안된 시스템은 MZ 변조기의 모든 동작오차를 거의 완벽하게 흡수하고, 광원의 반송파 주파수 천이나 FP 필터자체의 FSR 및 피네스에 대한 오차도 잘 흡수하는 것으로 나타났다. 즉, 실제적인 동작상의 여러 오차를 흡수하여, 동작조건에 거의 무관하게 매우 유사한 DDF 입력을 제공함을 확인할 수 있었다. 그림 4는 그림 2의 출력을 3 km의 DDF로 압축한 펄스의 형태를 보이는데, 압축된 펄스의 전치반폭은  $\sim 700$  펨토초로 나타났다. 예측된 바와 같이 그림 3의 출력을 압축한 경우도 매우 유사한 출력 특성을 보였다.

[참고문헌]

1. E. A. Swanson and S. R. Chinn, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, 7(1), 114(1995).

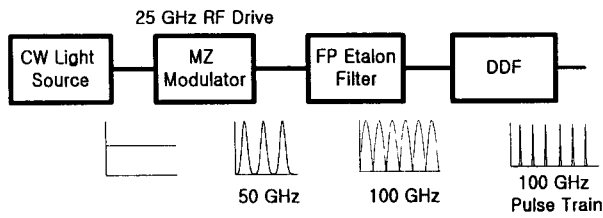
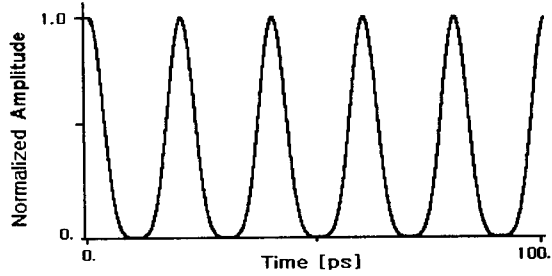
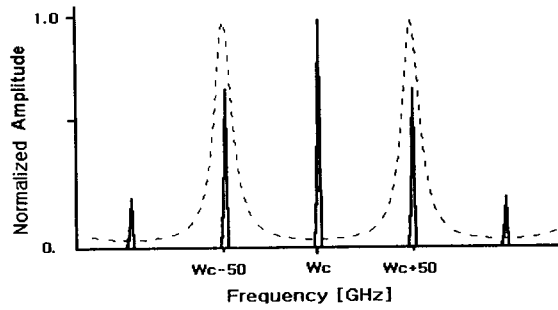


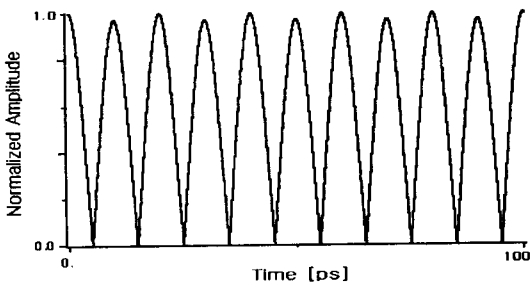
그림 1. 실험장치의 개략도



(a)

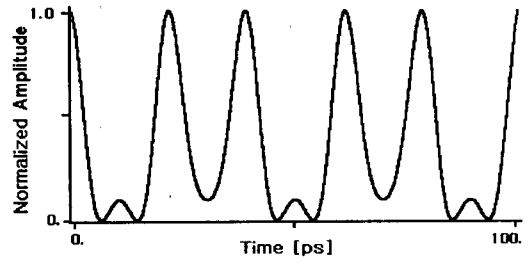


(b)

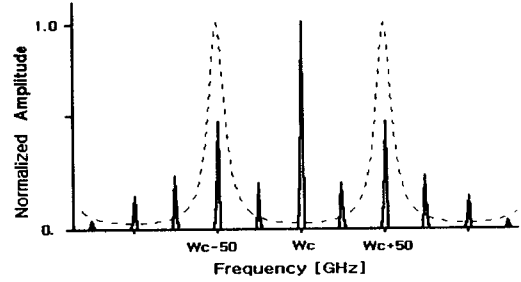


(c)

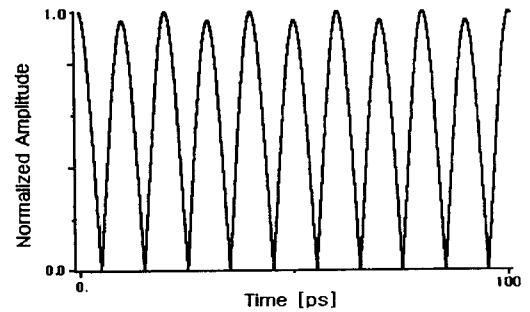
그림 2. “최대”점에 바이어스한 MZ 변조기 출력파형(a) 및 스펙트럼(b)과 FP 필터 출력 파형(c) ( 그림(b)의 점선은 FP 필터 투과 특성 )



(a)



(b)



(c)

그림 3. “최대”점에 0.2  $V_{\pi}$  벗어난 점에 바이어스한 MZ 변조기 출력파형(a) 및 스펙트럼(b)과 FP 필터 출력파형(c) ( 그림(b)의 점선은 FP 필터 투과 특성 )

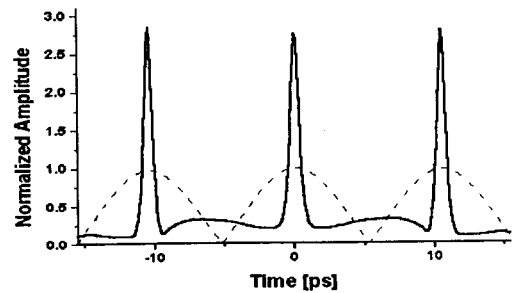


그림 4. 3 Km의 DDF로 압축한 펄스형태 ( 점선은 압축전의 펄스 파형을 나타냄 )

