

광 빔 성형망에서의 지터 특성

Jitter Characteristics in Optical Beamforming Networks

이민영, 윤영민, 신종덕, 김부균
 숭실대학교 IT대학 정보통신전자공학부
 my_lee@ssu.ac.kr

위상 배열 안테나(phased array antenna; PAA)를 위한 광 빔 성형망(optical beamforming network; OBFN)은 광 신호를 분배하기 위한 방법으로 광 결합기(optical coupler) 또는 파장 역다중화기(wavelength demultiplexer)등을 사용한다. 광 신호 분배로 인한 광파워의 손실은 신호대 잡음비(SNR)의 감소와 지터의 증가를 초래하게 된다. 지터는 주 빔의 이득이나 빔 주사 오차에 대해서는 영향이 크지 않지만, 주 빔에 비해 상대적으로 이득이 작은 부엽에 대해서는 비교적 큰 영향을 미친다.

본 발표에서는 PAA를 위한 광 실시간 지연선로(True-Time Delay; TTD)시스템에서 동작 RF주파수에 따른 지터 특성과 광수신기 배열로 입력되는 광 파워의 진폭과 평균값에 따른 지터 특성에 대한 연구결과를 보고하고자 한다.

지터에 영향을 미치는 요소는 위상 잡음(Phase noise), 광대역 잡음(Broadband noise), 스퓨리어스와 같은 잡음 소스, 슬루율(Slew Rate), 대역폭 등 다양하다. 지터는 잡음 요소들로 인해 발생하는 잡음 전압이 클수록 커지며 슬루율이 커질수록 작아지는 특성이 있다.⁽¹⁾

그림 1은 위상배열 안테나를 위한 광 빔 성형망의 일반적인 구조를 나타내고 있다. RF 입력 신호가 전광 변조된 광 신호는 EDFA를 통해 광 이득을 얻게 되고 TTD 빔 형성기를 통해 정해진 군속도 지연을 얻은 후 광 수신기 배열로 입력된다. 이 때 RF 반송파 주파수와 광 수신기 배열로 입력되는 광 신호의 진폭이 클수록 슬루율이 높아지게 되며 지터의 크기를 감소시킨다. 그림 2는 신호의 진폭과 슬루율과의 관계(좌측), 주파수와 슬루율과의 관계(우측)를 나타내는 개념도를 나타낸다.

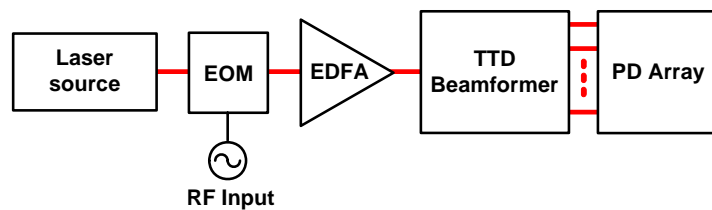


그림 1. 위상배열 안테나를 위한 광 빔 성형망의 일반적인 구조.

본 연구팀은 광섬유 지연선로와 광 MEMS스위치를 이용한 4x4 광 실시간 지연선로를 광 빔 성형기로 사용하여 RF 동작주파수와 광신호의 진폭에 따른 지터 특성을 측정하였다.⁽²⁾ RF 반송파 주파수를 5 GHz와 10 GHz의 두 가지 경우로 나누고 광 신호의 진폭에 따라 지터의 표준편차를 측정하였다. 지터 측정은 CSA 8000 오실로스코프의 히스토그램 기능을 이용하였으며 각각 2만개의 측정표본으로부터 지터의 표준편차 값을 구하였다.

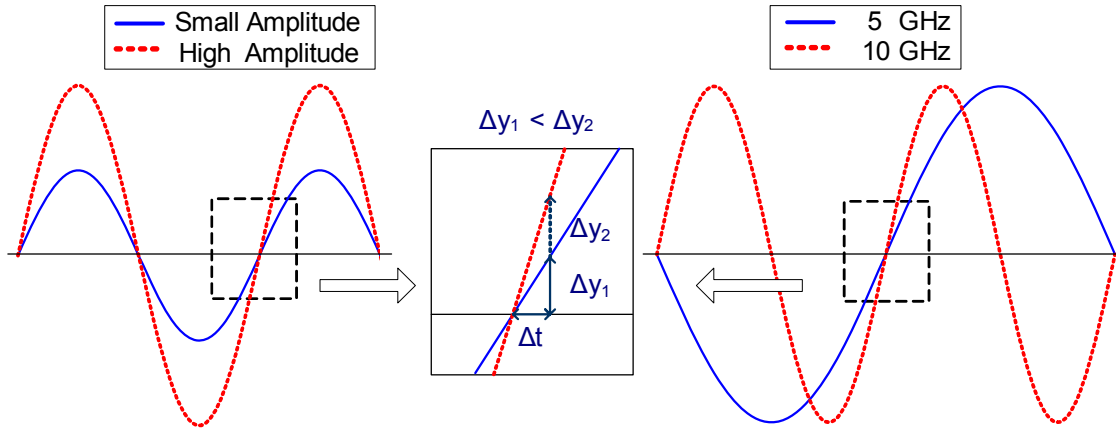


그림 2. 신호의 진폭과 슬루율과의 관계(좌측), 주파수와 슬루율과의 관계(우측)를 나타내는 개념도.

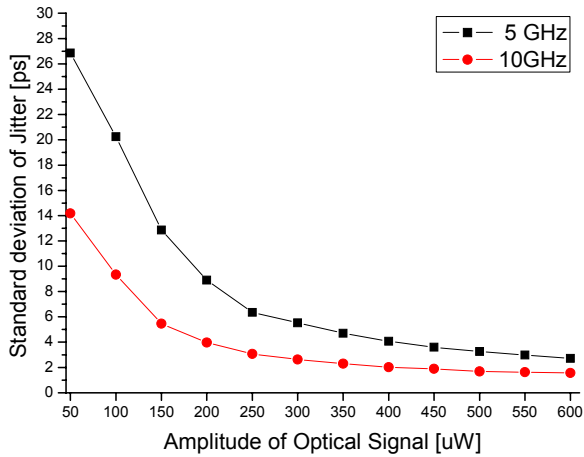


그림 3. RF 동작주파수와 광신호의 진폭에 따른 지터 특성

그림 3은 RF 동작주파수와 광신호의 진폭에 따른 지터 특성에 대한 실험 결과이다. EOM 입력 광파워가 6 dBm, 입력 RF 파워가 0 dBm인 경우 (EDFA의 이득은 TTD 빔 형성기의 삽입손실과 동일) 광신호의 평균값은 929 μW로 측정되었다. 그리고 RF 신호 발생기의 레벨을 조절하여 광신호의 진폭을 50 μW에서 600 μW까지 변화시키며 TTD 빔 형성기의 출력 단에서 지터를 측정하였다. RF 반송파 주파수가 5 GHz인 경우에 비해 10 GHz인 경우 지터의 표준편차는 상대적으로 작으며 그 차이는 최소 1.16 ps, 최대 12.66 ps로 측정되었다. 또 진폭이 커질수록 지터의 표준편차가 작아짐을 볼 수 있으며 진폭이 600 μW일 때 5 GHz에서 2.72 ps, 10 GHz에서 1.56 ps로 가장 작게 측정되었다. 광 신호의 진폭을 고정시킨 상태에서 평균값을 변화시키며 측정한 지터의 표준편차에 대

한 결과는 학술대회에서 발표할 예정이다.

본 논문에서는 PAA를 위한 광 빔 성형망에서 동작 RF주파수에 따른 지터 특성과 광 신호의 진폭과 평균값에 따른 지터 특성에 대하여 살펴보았다. RF 반송파 주파수가 5 GHz인 경우에 비해 10 GHz인 경우 지터의 표준편차는 상대적으로 작으며 광 신호의 진폭이 600 μW일 때 5 GHz에서 2.72 ps, 10 GHz에서 1.56 ps로 가장 작게 측정되었다.

참고문헌

1. D. Kucharski and K. T. Kornergay, "Jitter Considerations in the Design of a 10-Gbps Automatic Gain Control Amplifier," *IEEE MTT*, vol. 53, no. 2, pp. 590-597, Feb. 2005.
2. 윤영민, 이민영, 신종덕, 김부균, "광 빔 성형망에서 지터의 최소화," PC 2008, pp. 200-201, 충북 제천 청풍리조트, 2008년 11월 5일-7일.