

## 5.5GHz대역 SSB변조기 설계 및 제작

### Design and fabrication SSB Modulator at 5.5GHz

정우진, 김우경\*, 양우석\*, 이형만\*, 이한영\*, 권순우\*\*

서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부, 전자부품연구원 나노 광전소자\*,

한국항공대학교 항공재료공학과\*\*

juni9842@uos.ac.kr

정보통신 서비스의 다양화와 급속한 증가로 인하여 광통신 기술과 무선통신 기술이 결합된 ROF(Radio over Fiber)기술이 많은 관심의 대상이 되고 있다. 밀리미터파를 광통신 채널로 전송하기 위해서는 효율적인 O/E 및 E/O 변환이 필요하다. ROF시스템 구현에 있어서 가장 관심이 되는 기술은 소형화와 안정성을 갖춘 광변조기의 제작이다. 60GHz ROF시스템에서의 입력광원은 1550nm를 중심으로 60GHz 떨어진 두 파장의 광을 이용하며, 중간주파수로는 5.5GHz를 사용한다. 본 논문에서는 Z-cut LiNbO<sub>3</sub> 기판에 SSB(Single-SideBand)변조방식과 분극반전을 이용하여, 색분산에 강하고 변조기 구조가 간단한 5.5GHz 대역의 M-Z형 SSB 광변조기를 설계 및 제작하였다.

그림1은 SSB변조기의 개략도이다. 5.5GHz의 신호가 전극에 입력 되었을때, 분극반전영역의 길이에 의하여 그림1의 제 1도파로와 제 2도파로에 미치는 유효 RF 인가전압의 위상차가  $\pi/2$ 만큼 발생하게 된다. 제 1도파로에서  $\sin(2\pi f_{IF})$  변조가 발생한다면, 제 2도파로에서는  $\cos(2\pi f_{IF})$  변조가 발생한다.<sup>(1)</sup> 이때 적절한 DC 바이어스를 인가하면, SSB 변조특성을 갖는 출력 광을 얻을 수 있다.<sup>(2)</sup>

모의전산으로 구한 설계치는 SiO<sub>2</sub> 버퍼층 및 전극의 두께는 각각 0.4 $\mu$ m, 2 $\mu$ m이고, 중앙전극의 폭 및 중앙전극과 그라운드전극의 간격은 각각 40 $\mu$ m, 60 $\mu$ m이다. 이 때의 유효굴절률은 3.93이고, SSB변조기의 변조영역의 길이  $L_{IF}$ 는 15.2mm이다.

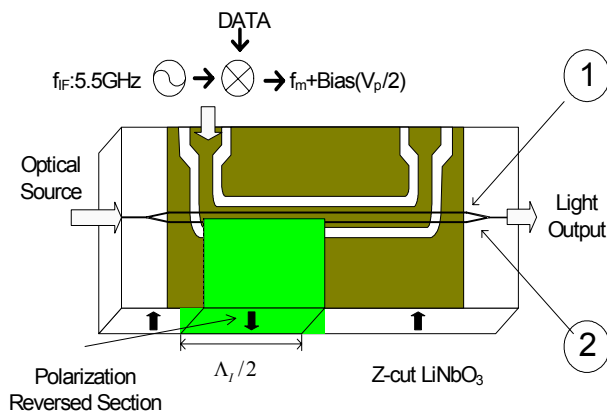


그림 1 SSB변조기의 개략도

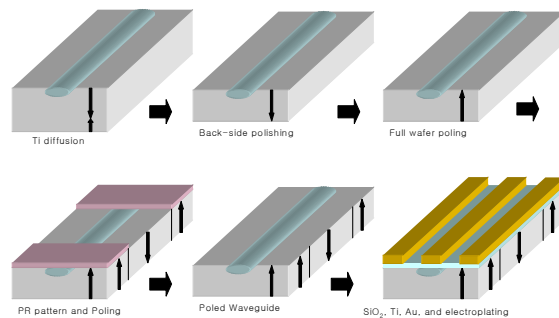


그림 2 분극반전된 SSB변조기의 공정 과정

그림2는 SSB변조기를 제작하기 위한 공정과정을 개략적으로 나열한 것이다. Ti 확산중에 발생한 +Z 면의 마이크로 도메인을 제거하기 위해, 시편의 뒷면을 연마하였다. 연마된 시편의 전면을 분극반전 시킨 후, 원하는 영역의 선택적 분극반전을 위하여 PR 패턴을 형성하였다. LiCl 전해용액을 PR패턴 사이에 주입한 후 외부에서 전압을 인가하면, LiNbO<sub>3</sub> 기판의 +Z 면에서 -Z 면으로 강한 전계가 발생한다. 이러한 전계는 LiNbO<sub>3</sub> 기판내의 Li<sup>+</sup> 및 Nb<sup>+</sup> 이온의 이동을 유발시켜, 결국 분극방향을 반전시킨다.<sup>(3)</sup> 최종적으로

SiO<sub>2</sub> 버퍼층을 증착하고, Ti, Au를 이용하여 전극을 형성하였다.

그림2의 공정과정을 거쳐서 제작된 SSB변조기의 S<sub>11</sub>과 S<sub>21</sub>을 측정한 결과는 그림3과 같다. 5.5GHz에서의 S<sub>21</sub>은 -1.66dB로 측정되었으며, S<sub>11</sub>는 30GHz까지 15dB이하의 특성을 보였다.

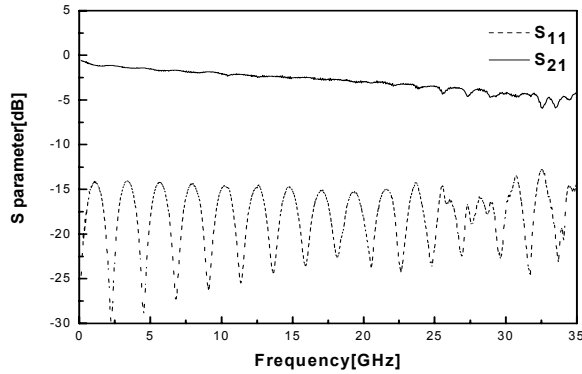


그림 3 SSB 변조기의 전극특성 S<sub>11</sub>과 S<sub>21</sub>

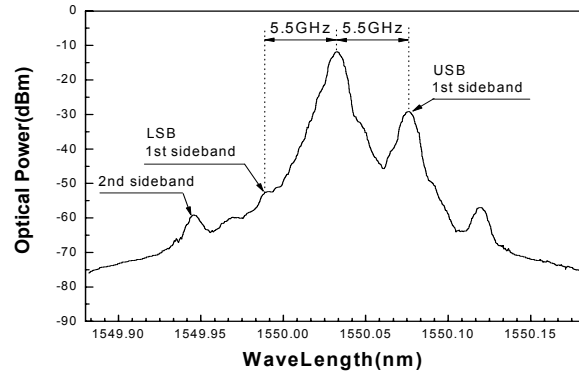


그림 4 SSB변조기의 Single-SideBand 특성

파장이 1550nm인 광원을 입력으로 넣었을 때, 변조된 출력광의 스펙트럼을 측정한 결과는 그림4와 같다. 중간주파수가 5.5GHz일때 USB와 LSB의 스펙트럼 크기차가 최대였으며, 약 30dB 정도로 측정이 되었다. 다른 특정포인트의 DC 바이어스를 인가하면, 그림4와는 반대로, USB가 억제된 스펙트럼을 얻을 수 있었다. 광원의 중심에서부터 좌우로 11GHz 떨어진 지점에 두 번째 band가 발생하였다. 이는 본 논문에서 제시한 SSB변조기가 인가주파수의 홀수 번째 고조파에 한해 그 기능을 수행하기 때문이나, 그 크기가 매우 작기 때문에 수신부에서 RF변환 시 신호의 왜곡에 미치는 영향은 크지 않다.

본 논문에서는 부분적인 분극반전을 이용하여 5.5GHz 대역의 SSB변조기를 설계, 제작 및 측정하였다. 분극반전 기술을 변조기설계에 응용함으로써 기존의 복잡한 구조에서 간단한 구조로 제작이 가능하였다. M-Z의 한쪽 도파로의  $A_{IF}/2$ 영역이 부분적으로 분극반전된 형태를 취하고 있어서, 별도의 바이어스 전극이 없이도 DC에 대한 구동을 동시에 할 수 있다. 본 변조기는 60GHz ROF 시스템이나 SSB변조가 필요한 곳에 활용할 수 있으며, 또한, 분극반전을 활용한 기술은 특정 대역 변조기를 비롯한 기능성 소자의 제작에 매우 유용할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. H. Mutrata, etc., "38GHz optical single-sideband modulator with periodic polarization reversal", Proceedings of the conference on Lasers and Electro-Optics 2004, CThT10, pp. 293-295, May 2004
2. G. H. Smith, etc., "Technique for optical SSB generation to overcome dispersion penalties in fiber-radio system", Electron. Lett., vol. 33, no.1, pp. 74-75, January 1997.
3. V. Ya. Shur., etc., "Domain Engineering: Periodic Domain Patterning in Lithium Niobate", Proc. 11th ISAF, Piscataway, NJ:IEEE, p.399-406(1999)