

# GaAs 버랙터 다이오드의 설계와 제작에 관한 연구

\*최석규, 백용현, 백태중, 김미라, 이진구  
 동국대학교 전자공학과 밀리미터 신기술 연구센터  
 e-mail : jkrhee@dgu.edu

## Study of Design and Fabrication of GaAs Varactor diode

\*Seok-Gyu Choi, Young Hyun Baek, Tea-Jong Beak, Mi-Ra Kim and  
 Jin-Koo Rhee

Millimeter-Wave Innovation Research Center, Electronic Engineering  
 Department, Dongguk University

### Abstract

In this paper, we have designed and fabricated hyperabrupt varactor diodes. Capacitance variations of hyperabrupt-doped varactor diodes are larger than those of uniform-doped varactor diodes. The measured reverse breakdown voltage of the fabricated varactor diodes was about 20 V. For the anode contact diameter of 50  $\mu\text{m}$ , the maximum capacitance of the fabricated varactor diode was 2.1 pF and the minimum capacitance 0.44 pF. Therefore, the  $C_{\text{max}}/C_{\text{min}}$  ratio was 4.77. Also, for the anode contact diameter of 60  $\mu\text{m}$ , the maximum and minimum capacitances were 2.9 and 0.62 pF, respectively. And, thus, the  $C_{\text{max}}/C_{\text{min}}$  ratio was 4.64.

### I. 서론

밀리미터파 무선 통신 기술의 발달로 인하여 밀리미터파 통신 시스템은 더욱 더 높은 주파수에서 동작하는 소자의 개발을 요구 하고 있다. 특히, W-band에서 사용할 수 있는 진압 조정 발진기 (VCO)는 그 수효가 증가 하고 있고 그에 따른 많은 연구가 이루어지고 있다. VCO의 주파수 변환을 위한 중요한 소자인 버랙터 다이오드의 성능에 관한 요구 또한 점점 더

증가 하고 있다 [1]. 버랙터 다이오드는 소자에 역방향 바이어스를 공급하여 공핍층의 두께를 조절하여 정전 용량 성분을 조절하는 소자로써 많은 연구가 진행 되었다 [2, 3]. 본 연구에서는 abrupt 도핑 보다 높은 capacitance 변화 폭을 갖기 위하여 hyperabrupt 도핑 프로파일을 갖는 varactor diode를 설계하고 제작 하였다.

### II. Hyperabrupt varactor 다이오드의 설계 및 제작

Material	Doping concentration [ $\text{cm}^{-3}$ ]	Doping style	Thickness [ $\mu\text{m}$ ]
n-GaAs	$1.0 \times 10^{17}$ ~ $4.0 \times 10^{15}$	Hyperabrupt	1.5
n <sup>+</sup> -GaAs	$2.0 \times 10^{18}$	Abrupt (Uniform)	1.0
n <sup>+</sup> -GaAs substrate			

그림 1. hyperabrupt 버랙터 diode의 에피 구조

그림 1은 본 연구에서 사용한 버랙터 다이오드의 에피 구조이다. 수직 구조의 소자의 제작을 위하여 n<sup>+</sup>-GaAs 기판위에 n-GaAs층을 성장 하였다. n-GaAs층은 capacitance 변화폭을 증가시키기 위하여 hyperabrupt 도핑 프로파일을 적용하여 1.5  $\mu\text{m}$ 의 두께로 성장 하였다. 위의 에피 구조를 이용하여 anode의 지름을 50과 60  $\mu\text{m}$ 로 하여 버랙터 다이오드를 제작 측정 하였다 [4, 5].

### III. Hyperabrupt 버랙터 다이오드의 측정 결과

그림 2는 제작된 hyperabrupt 버랙터 다이오드의 DC 특성을 나타내었다. 제작된 버랙터 다이오드의 역방향 항복 전압은 20 [V]이고 이때의 누설 전류는 약 13 [nA]가 측정 되었다.

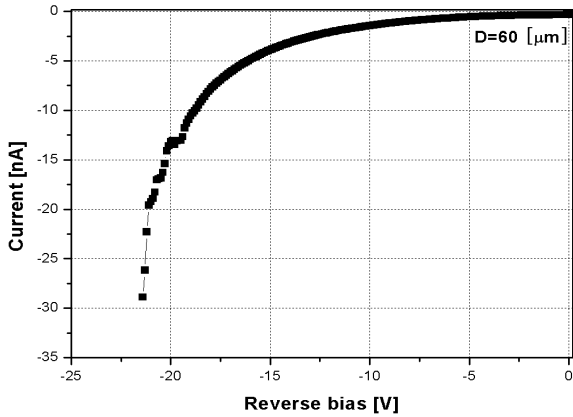
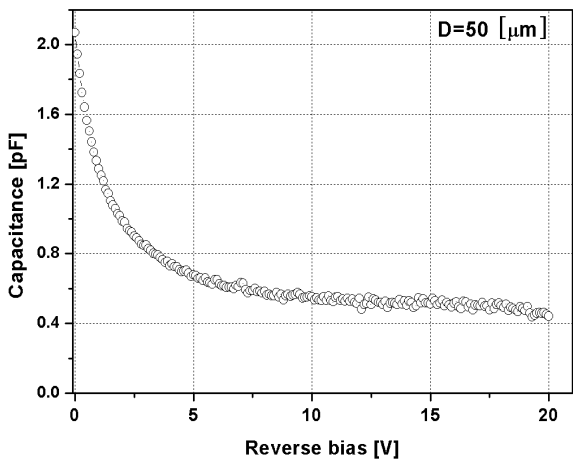
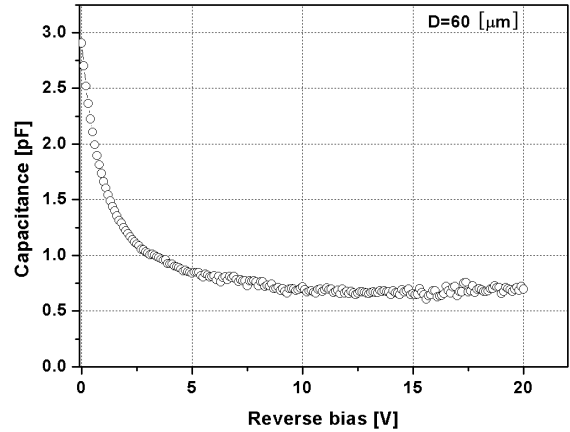


그림 2. 제작된 버랙터 다이오드의 역방향 I-V 특성

그림 3은 제작된 hyperabrupt 버랙터 다이오드의 C-V 특성이다. Anode의 지름이 50 μm의 경우, 최대와 최소 capacitance가 각각 2.1과 0.44 [pF]이 측정 되었고, 이때의 capacitance 변화 폭은 4.77이 측정 되었다. Anode의 지름이 60 μm의 경우, 최대 capacitance는 2.9, 최소 capacitance는 약 0.62 [pF]이 측정 되었으며 이때의 capacitance 변화폭은 4.64가 측정 되었다.



(가) C-V 특성 D=50 [μm]



(나) C-V 특성 D=60 [μm]

그림 3. 제작된 버랙터 다이오드의 C-V 특성

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 우리는 W-band VCO에 주파수 변환 소자로서 사용하기 위한 버랙터 다이오드를 설계 제작 하였다. 역방향 항복전압은 20 [V]가 측정 되었고 버랙터 다이오드의 anode 지름의 50 μm의 경우 capacitance 변화폭이 4.77이 측정 되었고 60 μm의 경우 4.64의 capacitance 변화폭이 측정 되었다.

### ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음  
(R11-1999-058-02005-0)

### 참고문헌

- [1] Eric Holzman, "Solid-State Microwave Power Oscillator Design," Artech Hous, INC. 1992.
- [2] R. J. Soukup, "Capacitance of a hyperabrupt tuning varactor diode," *IEEE Transactions on Electron Device*, vol 23, issue 3, pp. 361-363, 1976.
- [3] S. M. Sze, "Physics of Semiconductor Device," MA: New York, John Wiley & Sons, 1981.
- [4] B. H. Lee, S. D. Kim, J. K. Rhee, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 43, pp. 1914-1918, 2004.
- [5] S. G. Choi, J. H. Oh, B. H. Lee, B. O. Lim, S. W. Moon, D. H. Shin, S. D. Kim and J. K. Rhee, *IEICE Tansations on Electronics*, vol. E89-C, no. 5, pp. 616-621, 2006.