

TW-P066

Spin-FET를 위한 InP 및 InAs/AlSb기반의 2DEG HEMT 소자의 전/자기적 특성과 GaAs기판에 성장된 InSb의 Doping 평가

신상훈, 송진동*

한국과학기술연구원 광전융합소자연구센터

반도체의 성능은 최근 10년 사이에 급격하게 발전했고 아날로그 및 디지털 회로 소자들에 있어 저전력/고속 특성 요구가 커지고 있다 [1]. 상온에서 $30,000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 가지며 큰 conduction band offset을 갖는 InAs/AlSb 2차원전자가스(2DEG) 소자는 Spin-orbit-interaction의 값이 매우 커서 SPIN-FET 소자로 크게 주목받고 있다 [2]. 본 발표자들은 GaAs 기판위에 성장한 InAs 2DEG HEMT 소자의 전/자기적인 특성과 고속반응 물질로 주목받는 InSb 박막소자의 doping 특성에 따른 전기적/물리적인 특성의 평가에 대해 그 결과를 소개하고자 한다. 격자정합과 Semi-insulating 기판의 부재로 상용화되어 있는 GaAs와 InP 기판위에 물질차이에 따른 고유의 한계 특성을 줄이기 위한 Pseudomorphic이라 불리는 특별한 박막 성장 기법을 적용하여 높은 전자 이동도를 가지며 spin length가 길어 Spin-FET로서 크게 주목받고 있는 InAs 2DEG HEMT 소자를 완성시켰다. $60,000 \text{ (cm}^2/\text{Vs)}$ 이상의 높은 전자 이동도를 갖는 소자의 구현을 목표로 연구를 진행하였으며 1.8 K에서 측정된 Spin-orbit interaction의 값은 $6.3 \times 10^{-12} \text{ (eVm)}$ 이다. InAs/InGaAs/InAlAs 및 InGaAs/InAlAs 구조의 InP 기반의 소자에서 보다 큰 값으로 향후 Spin-FET 응용에 크게 기대하고 있다. 또한, GaAs 기판위에 구현된 InSb 소자는 격자부정합 감소를 위해 InAs 양자점을 사용하여 약 $2.6 \mu\text{m}$ 두께로 구현된 InSb 박막 소자는 상온에서 약 $60,400 \text{ (cm}^2/\text{Vs)}$ 의 상온 전자이동도를 보였으며 현재 동일 두께에서 세계 최고결과($\sim 50,000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)에 비해 월등하게 높은 값을 보이고 있다. Hall bar pattern 공정을 거쳐 완성된 소자는 측정 결과 10~20% 이상 향상된 전자 이동도를 보였다. $2 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 미만의 p-doping의 경우, 상온에서 n-type 특성을 보이나, 저온에서 p-type으로 변하는 특성을 보였고 n-doping의 경우 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 까지는 전자 이동도만 감소하고, doping에 의한 효과는 크게 없었다. $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 의 높은 doping을 할 경우 carrier가 증가하는 것을 확인했다. 이상의 측정 결과로 Spin-FET 소자로서 아주 우수하다는 것을 확인할 수 있었고 n-/p-type이 특성을 고려한 high quality InSb 박막소자의 응용을 위한 중요한 정보를 얻을 수 있었다.

Acknowledgement

This work is supported by KIST institutional research project of SPINTRONICS.

References

- [1] T. Ashley, A. R. Barnes, L. Buckle, S. Datta*, A. B. Dean, M. T. Emeny, M. Fearn, D. G. Hayes, K. P. Hilton, R. Jefferies, T. Martin, K. J. Nash, T. J. Phillips, W. H. A. Tang, P. J. Wilding and R. Chau*, Solid-State and Integrated Circuits Technology, 2004. Proceedings. 7th International Conference on Volume 3, 18-21 Oct. 2004.
- [2] P. Hammar et al. PRL V.88 PP. 066806 (2002).
- [3] N.A. Papanicolaou, B.R. Bennett, J.B. Boos, D. Park and R. Bass, Electronics Letters 15th September 2005 Vol. 41 No. 19.

Keywords: Spin-FET, 2DEG, HEMT, InSb, Mobility