

금속(Al, Cr, Ni)의 일함수를 고려한 쇼트키 장벽 트랜지스터의 전기-광학적 특성

Metal work function dependent photoresponse of schottky barrier metal-oxide-field effect transistors(SB MOSFETs)

정지철[†], 구상모^{*}
Ji-Chul Jung, Sang-Mo Koo^{*}

^{*}광운대학교
^{*}Kwangwoon University

Abstract : We studied the dependence of the performance of schottky barrier metal-oxide-field effect transistors(SB MOSFETs) on the work function of source/drain metals. A strong impact of the various work functions and the light wavelengths on the transistor characteristics is found and explained using experimental data. We used an insulator of a high thickness (100nm) and back gate issues in SOI substrate, subthreshold swing was measured to 300~400[mV/dec] comparing with a ideal subthreshold swing of 60[mV/dec]. Excellent characteristics of Al/Si was demonstrated higher on/off current ratios of $\sim 10^7$ than others. In addition, extensive photoresponse analysis has been performed using halogen and deuterium light sources($200 < \lambda < 2000\text{nm}$).

Key Words : Texturization, thermal distribution, doping concentration, efficiency

1. 서 론

반도체 소자의 크기가 수십 나노미터 영역에 접어들면서 기존의 실리콘 트랜지스터 소자의 동작 특성을 제한하는 물리적 한계를 극복하기 위하여 다양한 기술들이 연구되고 있다. 그 중 쇼트키 장벽을 이용한 접합 방법은 단채널 효과를 억제할 수 있고, 채널 실리콘 층에 낮은 도핑이 가능하여 on/off 동작의 향상을 기대하며, 실리콘사이드의 얇은 접합에 의한 기생 저항 및 축전 용량을 감소시킬 수 있다.[1] 또한, 터널링 효과에 의한 소자의 동작속도 향상과 저온 공정의 금속 게이트 및 고 유전율 절연막을 이용하므로 기존의 실리콘 기반 MOSFET에 비해서는 우수한 동작 성능을 구현할 수 있는 장점이 있다.[2] SB MOSFET는 실리콘사이드의 면저항은 불순물을 도핑한 실리콘보다 훨씬 작은 값을 가지므로 얇은 접합으로 인한 기생저항을 크게 줄이는 특징을 나타내고 있다. 본 논문에서는 SB MOSFET을 이용하여 금속 물질인 Al, Cr, Ni의 일함수에 따른 전기적인 특성을 비교분석하였고, 빛을 조사하여 광학적인 특성을 분석하였다.

2. 결과 및 토의

소스와 드레인에 일함수가 다른 금속 물질인 Al($\Phi=4.28\text{eV}$), Cr($\Phi=4.50\text{eV}$), Ni($\Phi=5.15\text{eV}$)을 각각 증착시킨 SOI 기반의 n-type SB MOSFET 소자를 이용하여 전기적 특성에 관한 경향성을 분석하였다. 게이트 전압을 1~11[V]로 증가시키며 드레인 전류-드레인 전압(I_D-V_D)을 측정한 결과, 모든 소자가 양의 드레인 전압 약 2[V]에서 채널이 형성되었다. 선형 영역의 드레인 전압 0.1[V]와 채널이 형성된 2[V], 그리고 그 사이의 1[V]에서 드레인 전류-게이트 전압(I_D-V_G)을 측정하여 문턱 전압(threshold voltage)과 subthreshold swing(SS)와 on/off 동작특성의 경향성을 각 금속별로 비교분석하였다. Al/Si의 threshold 전압이 2.2[V]로 다른 소자들에 비해 다소 높게 측정되었고 Ni/Si인 경우에는 -4.5[V], Cr/Si인 경우에는 2.0[V]로 측정되었다. Ni/Si는 저항접촉(ohmic contact)처럼 밴드갭 다이어그램이 나타나기 때문에 측정영역과 공핍영역의 최대전류값의 차이가 0.2×10^{-6} [A]으로 거의 없음을 확인하였다. Al/Si의 소자는 다른 소자들에 비해 높은 최대전류(128.9×10^{-6} [A])를 나타내었지만 산화하기 쉬운 금속이라 문턱전압의 편차가 컸음을 확인하였다. 광원($200 < \lambda < 2000\text{nm}$)을 이용하여 일함수가 다른 소자를 측정, 분석하였다.

감사의 글

본 연구는 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이다. (2010-0015360)

참고 문헌

- [1] L.E.Calvet, H.Luebben, M.A.Reed, C.Wang, J.P.Snyder, and J.R.Tucker, J. Appl.Phys. 91,757 (2002).
- [2] Moongyu Jang, Jihun Oh, Sunglyul Maeng, Won-Ju Cho, Seongjae Lee, Kicheon Kang, Kyoungwan Park, Applied Physics Letters 83,2611 (2003).

[†] 교신저자) 구상모, e-amil: smkoo@kw.ac.kr, Tel: 02-940-5763
주소: 서울 노원구 월계 1동 447-1
(광운대학교 전자재료공학과)