

[III-57]

Interfacial disruption effect on multilayer-films/GaN :Comparative study of Pd/Ni and Ni/Pd films

김종호, 강희재, 김차연,* 전용석,** 서재명***

충북대학교 물리학과, *LG종합기술원, **전주대학교 전자물리학과,

***전북대학교 물리학과

직접천이형 wide band gap(3.4eV) 반도체중의 하나인 GaN를 청색 및 자외선 laser diode, 고출력 전자장비 등으로 응용하기 위해서는 낮은 접합저항을 갖는 Ohmic contact이 선행되어야 한다. 그러나 만족할만한 p-type GaN의 Ohmic contact은 아직 실현되고 있지 못하며, 이는 GaN와 접합 금속과의 구체적인 반응의 연구를 필요로 한다. 본 연구에서 앞서 Pd, Pt, Ni 등의 late transition metal을 p-GaN에 접합 시킨 결과 이들은 접합 당시 비교적 평탄하나 후열 처리 과정에서 비교적 낮은 온도에서 기판과 열팽창계수의 차이로 인하여 평탄성을 잃어버리면서 barrier height가 증가한다는 사실을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 열적 불안정성을 극복하기 위하여 Ni과 Pd를 차례로 증착하고 가열하면서 interfacial reaction, film morphology, Fermi level의 움직임을 monochromatic XPS(x-ray photoelectron spectroscopy) 와 SAM(scanning Auger microscopy) 그리고 ex-situ AFM을 이용하여 밝히고자 하였다. 특히 후열처리에 의한 계면 반응에 수반되는 구성 금속원소 간의 합금형상과 금속층의 평탄성이 밀접한 관계가 있다는 것을 확인하였다. 이러한 합금과정에서 나타나는 금속원소들의 중심 준위의 이동을 체계적으로 규명하기 위해서 Pd_xNi_x 와 Pd_xGa_x 합금들의 표준시료를 arc melting method로 만들어 농도에 따른 금속원소들의 중심 준위의 이동을 측정하여, Pd/Ni/p-GaN 및 Ni/Pd/p-GaN 계에서 열처리 온도에 따른 interfacial reaction을 확인하였다. 그 결과 두 계가 모두 상온에서 nitride 및 alloy를 형성하지 않고 고르게 증착 되고, 열처리 온도를 400°C에서 650°C까지 증가시키면 따라 계면반응의 부산물인 metallic Ga은 증가하고 있으나, nitride는 여전히 형성되지 않는 것을 확인하였다. 증착당시 Ni이 계면에 있는 Pd/Ni/p-GaN의 경우에는 520°C까지의 열처리에 의하여 Ni과 Pd가 골고루 섞이고 그 평탄성도 유지되고 barrier height의 변화도 없었다. 더 높은 650°C 가열에 의해서는 surface free energy가 작은 Ga의 활발한 편석 현상으로 인해 표면은 Ga이 풍부한 Pd-Ga의 합금층으로 덮히고, 동시에 작은 pinhole들이 발생하며 barrier height도 0.3 eV 가량 증가하게된다. 반면에 증착당시 Pd이 계면에 있는 Ni/Pd/p-GaN의 경우에는 400°C의 가열까지는 두 금속이 그들 계면에서부터 섞이나, 520°C의 가열에 의해 이미 barrier height가 0.2 eV 가량 증가하기 시작하였다. 더 높은 650°C 가열에 의해서는 커다란 pinhole, 0.5 eV 가량의 barrier height증가, Pd clustering이 동시에 관찰되었다. 따라서 Ni과 Pd의 일함수는 물론 thermal expansion coefficient가 거의 같으며 surface free energy도 거의 일치한다는 점을 감안하면, 이렇게 뚜렷한 열적 안정성의 차이는 GaN와 contact metal과의 반응시작 온도(disruption onset temperature)의 차이에 기인함을 알 수 있었다. 즉 계면에서의 반응에 의해 편석되는 Ga에 의해 박막의 strain이 이완 되면, pinhole등의 박막결함이 줄어들고, 이는 계면의 N의 out-diffusion을 방지하여 p-type GaN의 barrier height 증가를 막게된다.

*본 연구는 연세대의 우수연구센터(ASSRC), 교육부 과학기술기초연구 중점지원사업(1998-015- D00107 and -D000922), 과학 재단 핵심전문 연구사업(981-0209-036-2)에 의하여 지원 받았습니다. 연구진은 오세정 교수님의 metal alloy에 관한 조언에 감사 드립니다.