

GaAs MESFET의 잡음 특성의 열화 기구

문재경, 김해천, 김충환, 김민건, 이재진, 편광의
한국전자통신연구소 화합물반도체연구부

갈륨비소 MESFET의 reliability에 관한 수많은 연구에도 불구하고 잡음 특성의 열화 기구에 대한 보고는 아직도 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 Ti/Pt/Au Schottky 접촉과 AuGe/Ni 오음의 접촉을 갖는 low-high 도핑된 갈륨비소 MESFET의 열화 기구를 조사하기 위하여 step stress 시험을 수행하였다. 열처리하는 대기중에서 200 °C에서 350 °C까지 50 °C 간격으로 각 온도에서 50 시간씩 하였다. 각 온도에서 소자를 열처리한 후 상온에서 최소잡음지수 (minimum noise figure :NFmin), 이득 (associated gain :Ga), 산란계수 (S-parameter), 그리고 C-V 측정을 수행하였다.

주파수 3 GHz에서 측정된 최소 잡음지수와 이득은 열처리 온도에 따라 점진적으로 열화가 일어난다 (그림 1). 최소잡음지수가 증가하고 이득은 감소하는 형태로 열화가 진행된다. 이와 같은 잡음특성의 열화에 대한 원인을 규명하기 위하여 본 연구에서는 산란계수 측정과 모사 (simulation)를 통한 회로 인자적 접근방법 (circuit parametric approach)을 이용하였다. 그림 2는 열처리 전(open)과 350 °C까지 step stressing된 (closed) 소자의 주파수 2 GHz에서 18 GHz까지 측정된 산란계수를 보여준다. 350 °C까지 열응력을 받은 소자는 산란계수의 상당한 변화를 보인다. 측정된 산란계수로부터 등가회로 모델을 사용하여 회로계수를 추출하였다. 그리고 열처리에 따른 각 회로인자의 최소 잡음지수에 대한 상대적인 영향을 계산하였다. 그 결과 low-high 도핑된 갈륨비소 MESFET의 잡음특성은 예상한 대로 a.c. gm (transconductance)과 Cgs (gate-source capacitance)의 변화가 가장 중요한 인자로 나타났다. Cgs의 변화가 다소 잡음특성을 개선시켰으나 열화를 일으키는 주된 인자는 a.c. gm으로 분석되었다. 모델을 이용한 계수추출법에 의한 분석 결과인 gm의 감소에 대한 증거를 그림 3에 나타내었다. 열처리 후 d.c. 및 a.c. gm 모두가 감소함을 보여준다. 여기서 주목할 사항은 gm의 감소량이 유사하고 (d.c.는 16%, a.c.는 19%) 그 경향이 일치한다는 점이다. 이 결과는 저잡음 MESFET의 RF 특성열화를 monitoring할 경우 RF 특성을 일일이 monitoring할 필요 없이 d.c. gm의 monitoring 만으로도 충분함을 의미한다. gm 감소 원인을 분석하기 위하여 FATFET (fat FET)을 이용하여 C-V 측정을 수행하였다. 그림 4는 C-V 측정 결과로 유효채널두께(effective channel thickness) 및 순전자농도 (net carrier density)가 열처리 온도에 따라 감소함을 보여준다. 이는 유효 Schottky 계면이, 채널층 내부로 침투됨을 의미한다.

본 연구에서 수행된 일련의 연구 결과로부터 low-high 도핑된 갈륨비소 MESFET의 잡음특성의 열화는 주로 gate-sinking에 따른 gm의 감소로 진행됨을 알았다.

참고 문헌

- [1] D. Ogbonah, et al., "Reliability investigation of 1 micron depletion mode ICMESFETs", *IEEE Int. Rel. Phys. Symp.*, pp. 132-137, 1986
- [2] S. Kashiwagi, et al., "Reliability of High Frequency High Power GaAs MESFETs", *IEEE Int. Rel. Phys. Symp.*, pp. 97-101, 1987

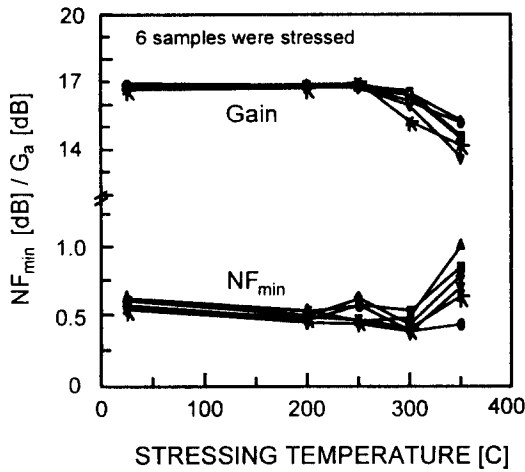


그림 1. 주파수 3 GHz에서 측정된 최소 잡음지수와 이득의 열처리 온도에 따른 열화.

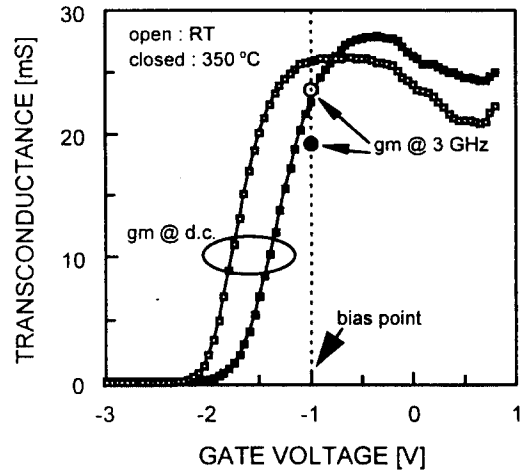


그림 3. 열처리 전과 350 °C까지 step stressing된 소자의 d.c. 및 a.c. transconductance의 열화.

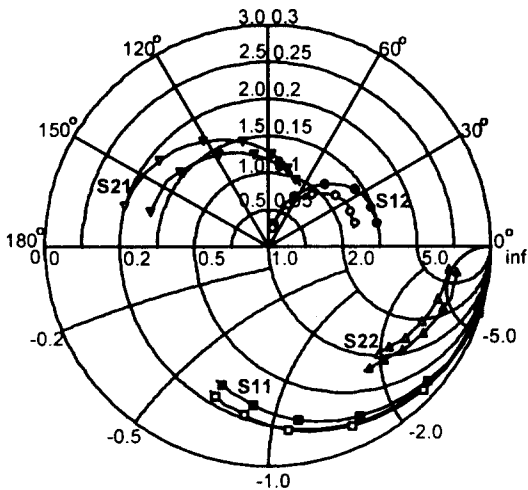


그림 2는 열처리 전 (open)과 350 °C까지 step stressing된 (closed) 소자의 주파수 2 GHz에서 18 GHz까지 측정된 산란계수.

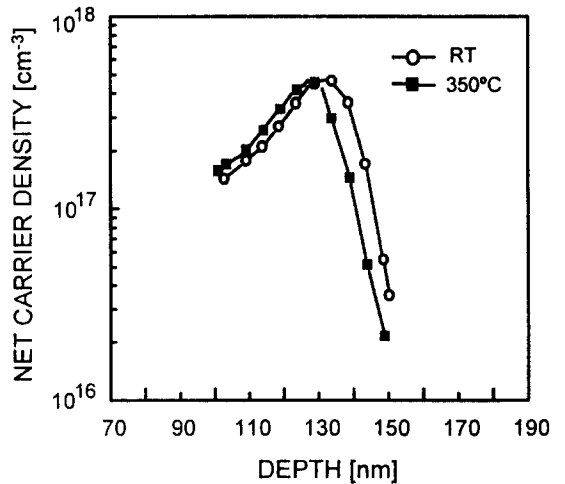


그림 4. 열처리 전과 350 °C까지 step stressing된 소자의 C-V 측정에 의한 net carrier 농도 곡선.