

GaN HEMT 공정의 온도 센서를 이용한 주변 온도에 따른 전류 변화량 측정

*이승주, 김정현
*한양대학교 전자공학과

rnjsgurch97@hanyang.ac.kr, junhkim@hanyang.ac.kr

Measurement of current change according to ambient temperature using temperature sensor of GaN HEMT technology

*Lee Seung Ju, Kim Jung Hyun

*Department of Electrical and Electronic Engineering Hanyang Univ.

요 약

본 논문은 최근 각광받고 있는 파워 MOSFET 중 하나인 Gallium Nitride (GaN) high electron mobility transistor (HEMT)를 이용하여 온도 센서를 구현하였다. 온도 센서를 통해 GaN transistor의 ambient 온도에 따른 전류의 변화량을 측정하였다. 온도 센서에서 소비하는 전력을 최소화하기 위해서 사용 가능한 가장 작은 트랜지스터를 활용하여 전압을 온도에 따른 전류량을 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

I. 서론

최신 스마트 전력 IC의 작동 전류 및 전력 밀도가 증가함에 따라 전력 손실은 전력 시스템의 신뢰성에 영향을 미치는 핵심 요소 중 하나가 되었다. 최근 각광받고 있는 Gallium Nitride (GaN) high electron mobility transistor (HEMT)와 같은 파워 MOSFET의 전도 저항으로 인해 파워 디바이스의 junction temperature는 작동 시간이 증가함에 따라 불가피하게 증가하게 된다. 따라서 전력 손실이 높을수록 junction temperature가 증가하며 부가적으로 회로 주변의 ambient temperature 또한 높아지게 된다. 트랜지스터의 고주파수 성능에 대한 온도의 영향을 분석하기 위해 여러 연구가 진행되고 있다. 이러한 유형의 FET는 초고주파 및 밀리미터파 주파수의 고전력 및 고온 응용 분야에 매우 적합하지만 높은 작동 온도는 열 현상 및 Self heating effect (SHE)를 향상시켜 장치 성능 및 신뢰성을 제한한다. 본 논문은 GaN 트랜지스터의 온도에 따른 성능 열화 원인을 확인하기 위해 온도 센서를 구현하여 온도에 따른 성능 비교 및 분석을 진행한다

II. 본론

Fig.1 (a)에 제시된 온도 센서는 Win-semiconductor 0.25 μm GaN HEMT 공정을 이용하여 제작하였다. GaN HEMT 온도 센싱 MMIC 자체의 소비전력 최소화, Compact 한 사이즈의 회로를 구현하기 위하여 2 x 25 μm 의 공정사에서 제공하는 가장 작은 트랜지스터 사이즈를 이용하여 제작하였다. 온도 센서의 동작원리는 Transistor의 gate와 source를 하나의 노드로 연결하여 Diode connected transistor로써 전류가 drain에서 source로 흐르게 구현하였다. 또한, DC

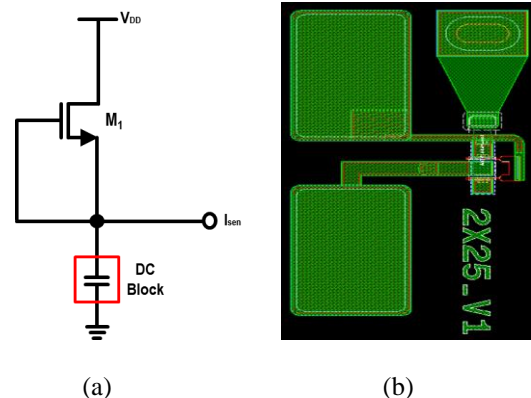


Fig.1. Temperature sensor logic circuit
(a) Structure (b) Layout

blocking capacitor를 연결하여 인가되는 전압이 그라운드로 빠지는 것을 방지하였다.

III. 결론

Fig.1의 온도 센서를 통해 온도에 따른 전류 변화량을 Simulation을 통해 확인한 결과가 Fig.2 그래프를 통해 알 수 있다. 온도가 높을수록 전류 전압을 계속적으로 인가하고 온도가 높아질수록 전류량이 감소하고 있으나 그로 인한 주변 회로에 대한 영향은 미비하다. 따라서, 본 시뮬레이션 결과를 통하여 Gallium Nitride와 같은 Power MOSFET 소자들로 구성되어 있는 중요 디바이스의 고장을 방지하기 위하여 일정 범위의 온도 내에서 전류량을 급격하게 감소시켜 전원을 차단하여 회로 동작을 멈추게 하는 회로 구현이 필요하다.

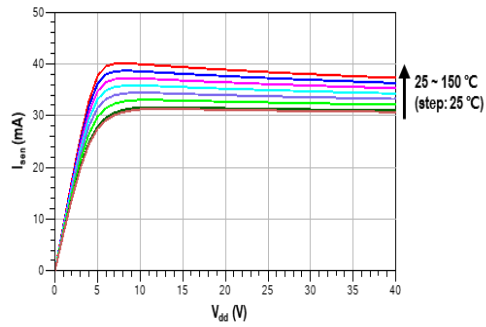


Fig.2. Simulation result

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 IDEC 에서 EDA Tool 을 지원받아 수행하였습니다.

참 고 문 헌

- [1] BOUCHOUR, A. M., Dherbécourt, P., Latry, O., & Oualkadi, A. E. (2019). Temperature effects of GaN HEMTs on the design of power converters. Kenitra: European Alliance for Innovation (EAI).
- [2] G. Crupi, A. Raffo, G. Avolio, D. M. M.-P. Schreurs, G. Vannini and A. Caddemi, "Temperature Influence on GaN HEMT Equivalent Circuit," in IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 26, no. 10, pp. 813–815, Oct. 2016.
- [3] Ding, L., Cai, X., Xia, R. et al. A simplified over-temperature protection structure for smart power ICs. Analog Integr Circ Sig Process 111, 451– 460 (2022).