

Low-High 도핑된 GaAs E/D MESFET의 제작 및 특성

문재경, 김해천, 김충환, 이해권, 홍상기, 이재진, 편광의
한국전자통신연구소 화합물반도체연구부

정보 전달의 고속화에 따른 소자 기술의 발전은 소형화, 경량화의 가격 경쟁력 뿐만 아니라 아날로그 소자인 입출력 (front-end) 소자에 대해서도 스위치 기능 등의 디지털 기능을 요구하는 추세에 있다. 여기에 부응하기 위하여 최근 반도체 부품의 고집적화를 위한 E/D MESFET (enhancement/depletion mode MESFET)을 사용한 MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuits)의 연구가 활발히 진행되고 있다. MMIC 회로에서 E-FET의 사용은 음전압을 위한 bias회로를 사용하지 않아 칩의 크기를 줄일 수 있는 잇점을 갖는다. 기존의 MMIC library는 E/D MESFET을 제작하기 위하여 이온주입법을 사용하며 내열성 게이트를 이용한 자기 정렬 및 LDD (Lightly Doped Drain)공정이 필요하다.^[1-2] 그러나 이러한 방법은 제작 공정이 복잡한 단점을 가진다. 본 연구에서는 MBE 성장된 low-high 이중 채널 구조를 갖는 GaAs 에피 웨이퍼를 사용하여 저소비 전력형 MMIC의 핵심 소자인 E/D MESFET을 제작하였다. 습식식각 공정에서는 실리콘 질화막을 masking layer로 사용하여 게이트 리세스 공정시 발생하는 측면식각을 방지하였다. 특히, MESFET의 gm (transconductance) 및 잡음 특성 향상을 위하여 0.5 μ m 게이트 길이를 갖는 T-형 게이트 공정을 도입하였다.

그림 1.은 제작된 D-FET의 전달 특성곡선으로, pinch-off 전압(Vp) -0.6 V, gm 118 mS/mm, 포화전류 49.4 mA/mm의 특성을 나타낸다. 이 소자의 주파수에 대한 잡음특성의 의존성을 그림 2. 에 나타낸다. 주파수 900MHz, 드레인 전압(Vds) 2.5 V, 전류크기 20%Idss에서 최소 잡음지수 (NF_{min}) 0.34 dB, 이득(associated gain) 21.2 dB의 특성을, 그리고 1.7 GHz에서는 잡음 및 이득 특성이 각각 0.42 dB와 14.7 dB로 ion implant를 이용한 0.5 μ m gate D-FET에 비하여 우수한 특성을 갖는 것으로 나타났다. 그림 3.은 E-FET의 gm 곡선으로, 문턱전압 (Vth) +0.1V, 게이트 전압 +0.6 V에서 gm 126 mS/mm와 드레인 전류 45 mA/mm의 특성을 보인다. 특히 게이트 전압 +0.4에서 +0.9 V까지 120 mS/mm 이상의 높고 일정한 gm특성을 보인다. E-FET의 잡음 특성은 그림 4.에 나타낸다. 주파수 900MHz, 드레인 전압 2.5 V, 게이트 전압 +0.25 V에서 최소 잡음지수 0.48 dB, 이득 22.1 dB의 특성을, 그리고 1.7 GHz에서는 잡음 및 이득특성이 각각 0.63 dB와 14.3 dB로 평가되었다. 두 종류의 MESFET에 대한 DC 및 RF 특성을 표 1.에 요약하였다.

본 연구에서 개발된 E/D MESFET은 에피 웨이퍼의 안정된 공정과 함께 HHP (Hand-Held Phone) 및 PCS (Personal Communication System)와 같은 이동통신용 단말기의 저소비전력 MMIC 설계 및 제작에 활용될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] C. Wan, et al., "Comparison of Self-Aligned and Non-Self-Aligned GaAs E/D MESFET's", *IEEE Trans. ED* Vol.36, No.5, P.839(1989)
- [2] T. Ikoma, et al., *Very High Speed Integrated Circuits:GaAs LSI, Semiconductors and Semimetals Vol.29, Academic Press*,p.119(1990)

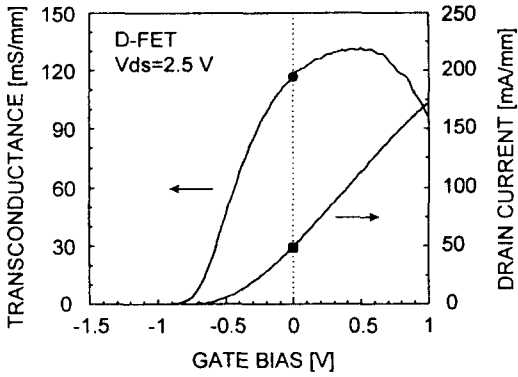


그림 1. D-FET의 게이트 전압에 따른 gm과 드레인 전류 특성 곡선.

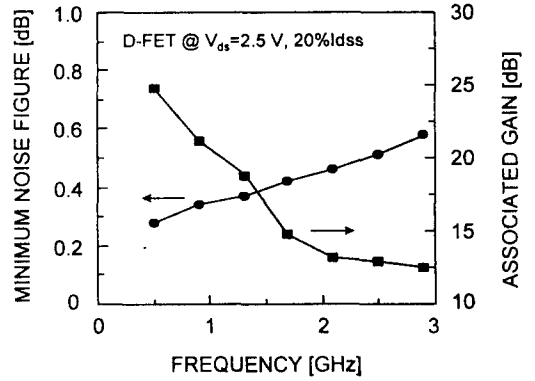


그림2. D-FET의 주파수에 따른 최소 잡음지수 및 이득 특성 곡선.

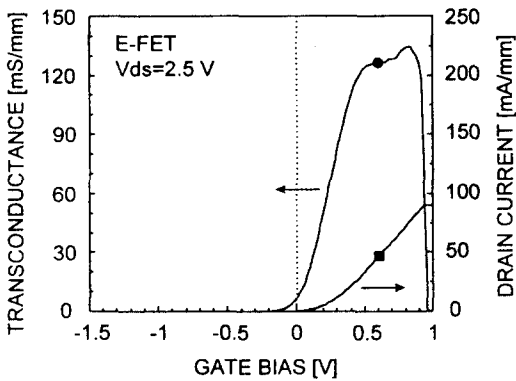


그림 3. E-FET의 게이트 전압에 따른 gm과 드레인 전류 특성 곡선.

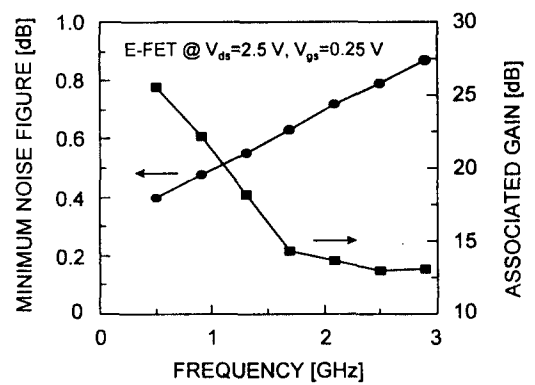


그림4. E-FET의 주파수에 따른 최소 잡음지수 및 이득 특성곡선

표 1. E/D MESFET의 DC 및 RF 특성 요약

	항목	D-FET	E-FET
DC 특성	I_{ds} (mA/mm)	49.4 @ $V_{gs}=0$ V	45 @ $V_{gs}=0.6$ V
	g_m (mS/mm)	118 @ $V_{gs}=0$ V	126 @ $V_{gs}=0.6$ V
	V_{th} (V) @ $I_{ds}=1$ mA/mm	-0.64 @	+0.1 @
RF 특성	f_T (GHz)	11.8	12.4
	NF_{min} (dB)	0.34 @ 0.9 GHz	0.48 @ 0.9 GHz
		0.42 @ 1.7 GHz	0.63 @ 1.7 GHz
	Gain (dB)	21.2 @ 0.9 GHz	22.1 @ 0.9 GHz
14.7 @ 1.7 GHz		14.3 @ 1.7 GHz	