

ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 X-대역 전력증폭기 MMIC

ETRI 0.25 μm GaN MMIC Process and X-Band Power Amplifier MMIC

이상흥 · 김성일 · 안호균 · 이종민 · 강동민 · 김동영 · 김해천 · 민병규 ·
윤형섭 · 조규준 · 장유진 · 이기준* · 임종원

Sang-Heung Lee · Seong-Il Kim · Ho-Kyun Ahn · Jong-Min Lee · Dong-Min Kang · Dong Yung Kim ·
Haecheon Kim · Byoung-Gue Min · Hyung Sup Yoon · Kyu Jun Cho · Yoo Jin Jang · Ki Jun Lee* · Jong-Won Lim

요 약

본 논문에서는 한국전자통신연구원(ETRI)에서 구축한 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 소자특성을 소개하고, 이를 이용한 X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 설계 · 제작 결과를 논의한다. X-대역 동작에 적합한 GaN HEMT 소자를 선정하여 GaN 전력증폭기 MMIC를 1단으로 설계하고 제작하였으며, 이를 통하여 ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 특성을 평가하고 분석하였다. X-대역 GaN 전력증폭기 MMIC 제작 결과, 출력전력 3.5 W, 이득 10 dB 및 전력부가효율 35 % 특성을 얻었다.

Abstract

In this paper, ETRI's 0.25 μm GaN MMIC process is introduced and the fabricated results of X-Band 3 W power amplifier MMIC are discussed. The one-stage X-Band 3 W power amplifier MMIC using the 0.25 μm GaN MMIC devices has been designed and fabricated. From the fabricated GaN MMIC, the characteristics of the 0.25 μm GaN MMIC process and devices are evaluated and analyzed. The X-band power amplifier MMIC shows output power of 3.5 W, gain of 10 dB, and power-added efficiency of 35 %.

Key words: GaN HEMT, X-Band, Power Amplifier, MMIC

I. 서 론

GaN(Gallium Nitride) 소자 기술의 발달과 더불어, 최근 이동통신, 위성통신 및 레이더 등의 RF 부품 및 시스템에서 GaN 소자를 채택하기 위한 움직임이 활발하다. GaN 소자는 기존의 LDMOS(Laterally Diffused Metal Oxide Semiconductor) 소자와 갈륨비소(Gallium-Arsenide) 소자에

비해 넓은 에너지 갭으로 인한 고전압 동작, 높은 캐리어 농도로 인한 고 전류밀도와 고 전력밀도 특성으로 인하여 고출력 · 고효율 · 소형의 전력증폭기에 적합하다^{[1]~[5]}.

오랜 기간 동안 RF 부품의 출력과 효율을 높이기 위하여 GaAs 기반의 MMIC 고출력 증폭기가 사용되어 왔으나, 최근 몇 년 전부터 GaN 반도체 공정과 신뢰성이 개선되면서 기존의 III-V족 화합물 반도체 파운드리를 보유한

「이 논문은 정부출연금(ESSOP CUBE 기술 기반 차세대 레이더 3D 모듈 개발)의 지원과 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원(No.B0132-16-1006)을 받아 수행된 연구임.」

한국전자통신연구원 RF융합부품연구실(RF Convergence Components Research Section, Electronics and Telecommunications Research Institute)

*충남대학교 전자공학과(Department of Electronics Engineering, Chungnam National University)

· Manuscript received October 13, 2016 ; Revised October 28, 2016 ; Accepted December 29, 2016. (ID No. 20161013-012S)

· Corresponding Author: Sang-Heung Lee (e-mail: shl@etri.re.kr)

회사들을 중심으로 GaN 기반의 MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit) 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 이미 상당한 수준에 이르렀다. 더욱이 외국 파운드리를 이용한 GaN MMIC 개발은 EL(Export License) 승인 문제로 인하여, 국내에서 개발이 쉽지 않은 상황이다. 이러한 세계적인 기술동향과 기술 독점에 대응하고, 국내의 GaN 기술을 확보하고자 한국전자통신연구원(ETRI)은 최근 몇 년 동안 0.25 μm GaN MMIC 관련 기술을 구축하여 왔다.

본 논문에서는 한국전자통신연구원(ETRI)에서 구축한 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 소자 특성을 소개하고, 이를 이용한 X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 설계 및 제작결과를 논의한다. X-대역 GaN 전력증폭기 MMIC 설계 및 제작을 통하여 ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 소자 특성을 평가하고 분석한다.

II. ETRI 0.25 μm GaN MMIC 제작 공정

ETRI GaN HEMT 소자 구조 및 MMIC 제작에 이용된 에피 웨이퍼의 구조는 그림 1과 같다. 적용된 에피구조는 AlGaIn/GaN 단일 이종접합 구조로써, 4인치 SiC 기판 위에 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 방식으로 성장되었으며, 도핑되지 않은 25 nm $\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{N}$ 층과 2 μm GaN 층의 접합에 의해 2-DEG(Dimensional Electron Gas)가 형성되는 구조로 구성된다.

소자 제작은 능동소자, 수동소자 및 배선이 일괄 제작될 수 있도록 수행되었으며, 제작공정 순서는 그림 2와

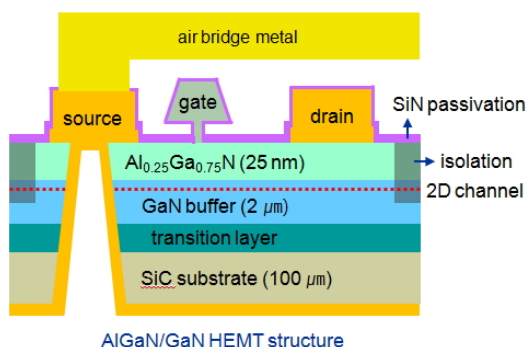


그림 1. ETRI AlGaIn/GaN HEMT 소자 단면도
Fig. 1. Cross-section of ETRI AlGaIn/GaN HEMT device.

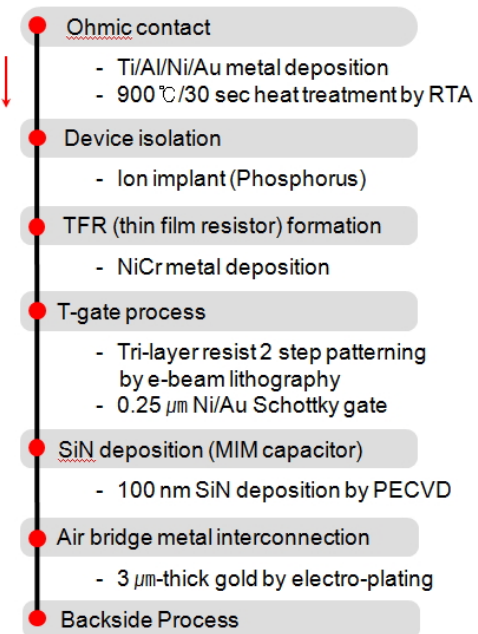


그림 2. ETRI AlGaIn/GaN HEMT 소자 제작 공정 순서도
Fig. 2. Fabrication process flow of ETRI AlGaIn/GaN HEMT device.

같다. 소자의 소스 및 드레인 전극을 제작하기 위해, 오믹 접촉을 형성시키는 오믹접촉공정이 수행되었으며, 오믹 접촉을 위한 금속층은 Ti/Al/Ni/Au 복합금속층이 이용되었다. 오믹 금속층 증착 후, 금속열처리 공정이 900°C에서 50초간 수행되어 오믹접촉을 형성시켰으며, 접촉저항은 약 $0.5 \Omega \cdot \text{cm}$ 이었으며, 기판의 면 저항은 $425 \Omega/\text{sq}$ 정도의 값을 나타내었다(그림 3). 그림 3의 (5, 2), (5, 5) 및 (5, 8)은 웨이퍼 내에서 패턴의 (x, y) 위치 정보이다. 소자의 활성영역을 정의하기 위해, 본 논문에서는 mesa 식각 공정이 아닌 phosphorus 이온의 이온주입 공정이 수행되었으며, 50 nm 두께의 실리콘질화막을 증착하는 passivation 공정을 수행하였다. TFR(Thin Film Resistor) 제작을 위해 NiCr을 e-beam evaporator 장비를 이용하여 증착하였고, Ti/Au 금속층을 증착하여 소자 전극과 연결되는 배선을 제작하였다.

Gate foot 패턴을 형성하기 위해 PMMA 레지스트에 대해서 e-beam 리소그래피 공정을 수행하여, 250 nm급 gate foot 패턴을 제작하였고, 이를 RIE(Reactive Ion Etching) 공정을 통해 실리콘질화막에 전사하였다. 이후 T-gate head

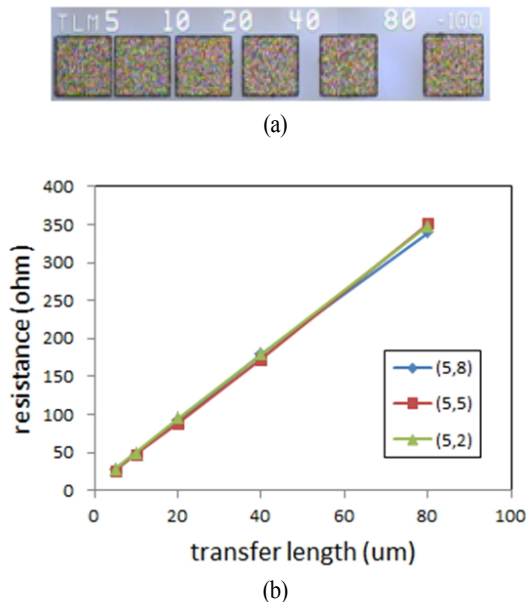


그림 3. 제작된 TLM 패턴(a) 및 오믹접촉 특성 결과(b)
Fig. 3. Fabricated TLM pattern(a) and ohmic-contact characteristics(b).

영역을 패터닝하기 위해, PMMA/Copolymer/PMMA 3층 레지스트에 대해서 e-beam 리소그래피 공정을 적용하여 T-형태의 게이트 패턴을 형성시켰다. 상기 패턴을 이용하여 Ni/Au 금속층을 증착시켜 게이트 전극을 제작하였다 (그림 4).

게이트 전극 제작 후, MIM(Metal Insulator Metal) 커패시터 제작을 위한 실리콘질화막을 증착하고, 인덕터 제작 및 배선 연결을 위한 air-bridge 및 Au-plating 공정을 수행하였다. 전면공정 완료 후 기판을 100 μm 두께로 thinning 하는 공정을 수행하고, 비아 홀 패턴을 갖는 Ni 마스크

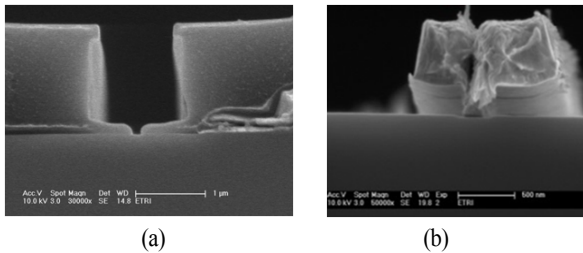


그림 4. 제작된 T-형 게이트 패턴(a) 및 T-형 게이트 전극
(b)
Fig. 4. Fabricated T-gate pattern(a) and T-type gate electrode(b).

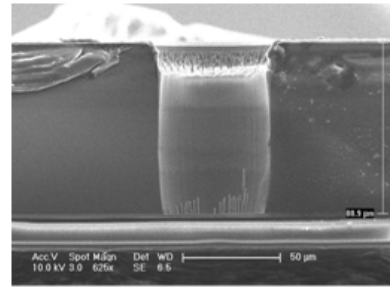


그림 5. SiC 기판 식각 후의 비아 홀 단면 SEM 이미지
Fig. 5. Via-hole SEM image after SiC substrate etching.

크 층을 형성한 후, SiC 기판을 식각하고, 최종적으로 Au-plating을 수행하는 후면 공정을 수행하였다. 그림 5는 SiC 기판의 식각 후 비아 홀 단면 SEM 이미지이며, 그림 6은 ETRI 0.25 μm GaN 공정을 수행하여 제작된 4인치 GaN 웨이퍼 및 MMIC의 능동소자에 적용된 총 게이트 폭 800 μm 의 ETRI GaN 소자이다. MMIC 제작에 적용된 ETRI GaN 능동소자는 소스와 드레인 간격이 5 μm 이고, 단위 게이트 폭이 100 μm 인 8 finger 게이트로 구성되는 총 게이트 폭이 800 μm 의 소자이다. 수동소자로는 저항, 커패시터 및 인덕터가 제작되었다. 저항은 에피기판의 2-DEG 채널 저항을 사용하는 채널저항과 NiCr thin film 저항을 사용하는 TFR 형태로 제작되었으며, 커패시터는 ETRI PECVD(Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) 장비에서 증착된 실리콘질화막($\epsilon=6\sim7$)을 유전층으로 사용하는 MIM 커패시터로 제작되었고, 인덕터는 실리콘질화막이 증착된 기판 상에 나선형 형태의 3 μm

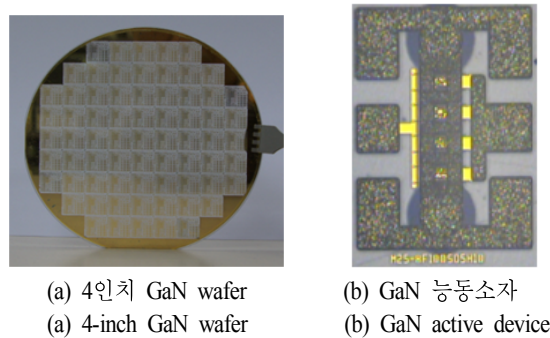


그림 6. 0.25 μm GaN MMIC 공정으로 제작된 능동소자
Fig. 6. Active device fabricated by 0.25 μm GaN MMIC process.

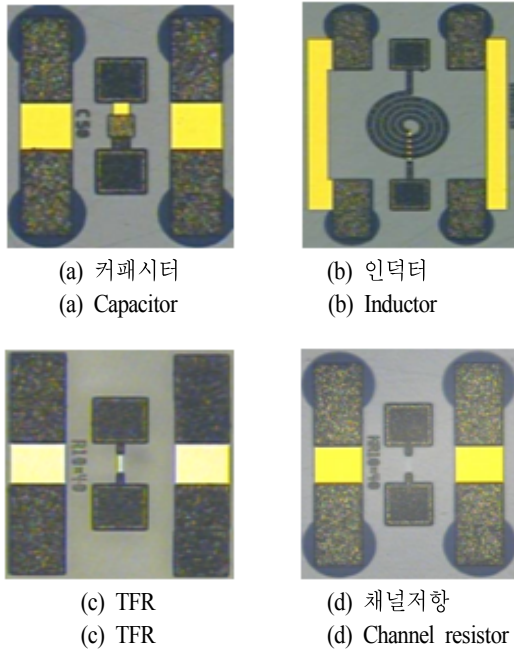


그림 7. GaN 웨이퍼 상에 제작된 수동소자
Fig. 7. Passive devices fabricated on GaN wafer.

두께의 Au 배선으로 제작되었다.

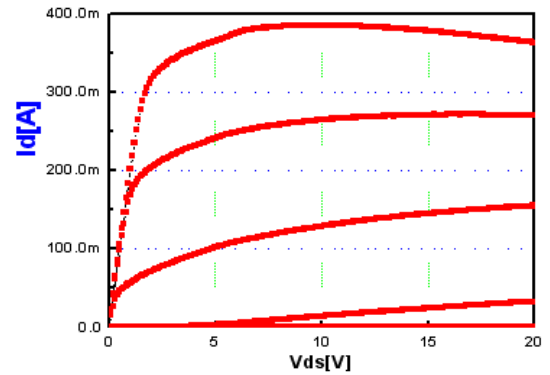
III. ETRI 0.25 μm GaN MMIC 소자 특성

ETRI 0.25 μm GaN MMIC 설계시 사용되는 기본 능동소자는 총 게이트 폭이 800 μm 인 AlGaIn/GaN HEMT (단위 게이트폭이 100 μm 인 8 finger 게이트로 구성된 소자)이며, 수동소자는 저항(채널저항 및 TFR), 커패시터 및 인덕터이다.

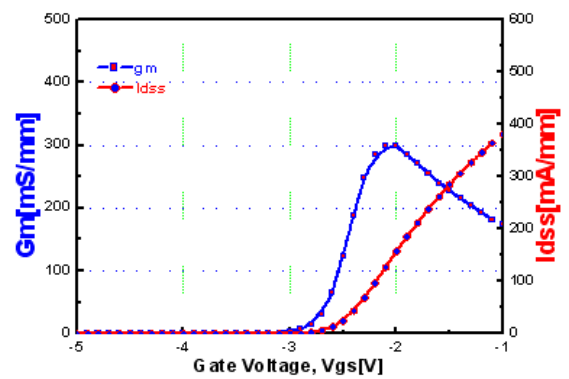
총 게이트 폭이 800 μm 인 AlGaIn/GaN HEMT 기본 능

표 1. 총 게이트 폭이 800 μm 인 AlGaIn/ GaN HEMT 소자의 전기적 특성
Table. 1. Electrical characteristics of total gate width 800 μm AlGaIn/GaN HEMT.

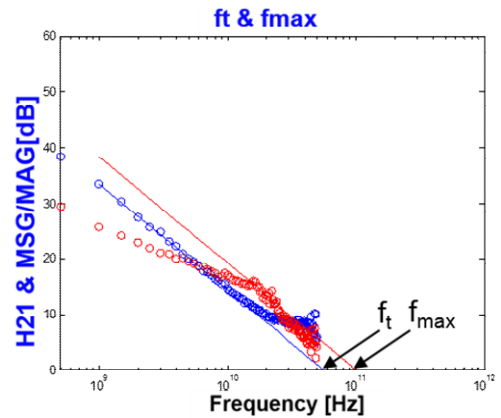
항목	총 게이트폭 800 μm 소자
최대 트랜스컨덕턴스 (mS/mm)	300
드레인 포화전류(mA/mm)	>519
차단주파수(GHz)	>55
최대발진주파수 (GHz)	>100



(a) 전류-전압 특성
(a) I-V characteristics



(b) 트랜스컨덕턴스 특성
(b) Transconductance



(c) RF 특성
(c) RF characteristics

그림 8. 총 게이트 폭이 800 μm 인 AlGaIn/GaN HEMT 소자의 특성

Fig. 8. Characteristics of total gate width 800 μm AlGaIn/ GaN HEMT.

동소자의 DC 및 RF 특성은 그림 8과 같다. 그림 8에서와 같이, $V_d=20\text{ V}$ 에서 최대 트랜스컨덕턴스와 차단주파수가 각각 300 mS/mm 와 55 GHz 이상($V_g=-2\text{ V}$)이다. 총 게이트 폭이 $800\text{ }\mu\text{m}$ 인 AlGaIn/GaN HEMT 능동소자의 특성을 표 1에 요약하였다. 최대발진주파수는 20 dB/dec 로 추정하였으며, 그림 8(c)에서처럼 이득이 더 빠르게 감소하여 실제보다 overestimate 되었을 수 있다.

수동소자 특성은 다음과 같다. 먼저, 저항인 채널저항은 $425\text{ }\Omega/\text{sq}$ 이며, TFR은 $25\text{ }\Omega/\text{sq}$ 이다. MIM 커패시터의 단위 커패시턴스는 $0.61\text{ fF}/\mu\text{m}^2$ 이다. 나선형 인덕터는 반경 $25\text{ }\mu\text{m}$, $50\text{ }\mu\text{m}$ 및 $100\text{ }\mu\text{m}$ 각각에 대하여 1.5 turn, 2.5 turn, 3.5 turn 및 4.5 turn으로 설계되어 있으며, $0.1\sim 7.1\text{ nH}$ 의 값을 갖는다.

ETRI 0.25 μm AlGaIn/GaN HEMT 능동소자 모델은 Keysight사의 ADS Angelov-GaN 모델을 사용하며^[6], 수동소자 모델은 lumped element를 사용한 등가회로를 사용한다^{[7],[8]}.

IV. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 설계 및 제작

ETRI 0.25 μm GaN HEMT 소자를 이용하여, X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC를 설계하고 제작하였다.

X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 설계방법은 다음과 같다. 먼저, X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC(9 GHz) 설계는 최대전력 3 W를 만족하기 위하여 총 게이트 폭이 $800\text{ }\mu\text{m}$ 인 AlGaIn/GaN HEMT 기본소자 1개를 사용하였다. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 회로도는 그림 9(a)와 같으며, 총 게이트 폭이 $800\text{ }\mu\text{m}$ 인 AlGaIn/GaN HEMT 소자의 출력이 최대가 되도록 설계하였다. 먼저, 드레인 전압 28 V, 주파수 9 GHz에서 그림 9(b)와 같이 로드-풀 시뮬레이션을 통하여 소자의 전력이 최대가 되는 임피던스를 구한 후, 소자의 출력이 최대인 입출력 임피던스와 등가인 입출력 정합회로를 설계하여 소자와 결합한 후 입출력 정합회로를 최적화하였다. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC의 입출력 정합회로는 모두 수동소자를 사용하여 설계하였으며, ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정규칙에 의해 레이아웃을 수행하였다. 최종적

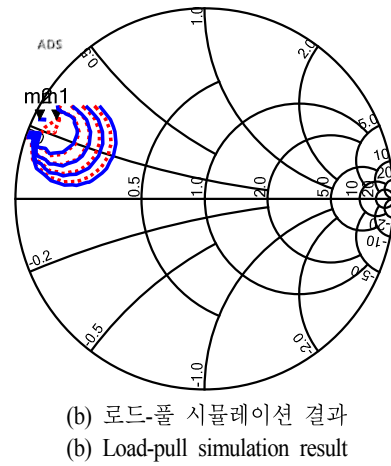
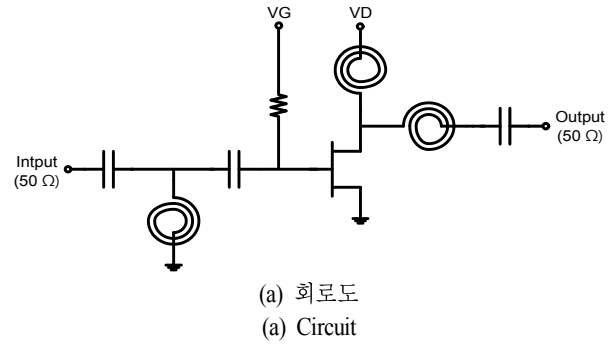


그림 9. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 회로도 및 로드풀 시뮬레이션(실선: 출력전력 contours, 점선: PAE contours, m2: 최대 출력전력)

Fig. 9. X-band 3 W GaN power amplifier MMIC circuit and load-pull simulation results(continuous line: output power contours, dot line: PAE contours, m2: maximum output power).

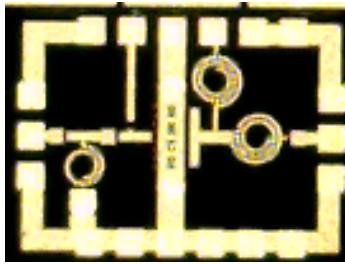
으로 레이아웃 효과를 반영하여 설계를 완료하였다. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC의 로드-풀 시뮬레이션에 의한 임피던스와 최대 출력 전력은 표 2와 같다.

표 2. 총 게이트 폭이 $800\text{ }\mu\text{m}$ 인 AlGaIn/GaN HEMT 소자의 로드-풀 시뮬레이션 결과

Table. 2. Results of load-pull simulation for total gate width $800\text{ }\mu\text{m}$ AlGaIn/GaN HEMT.

항목	소스	로드
임피던스	$3.2+j12.5$	$0.95+j11.3$
최대 출력 전력	35.0 dBm	

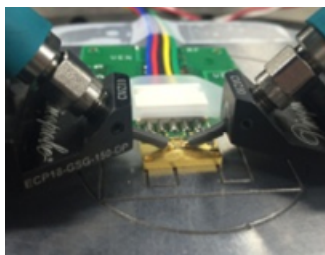
제작된 X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 칩 및 측정은 그림 10과 같으며, 제작된 X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 칩의 크기는 $1.21 \times 0.88 \text{ mm}^2$ 이다. 측정을 위해 제작된 칩을 보드에 부착한 후, DC 바이어스를 가하고, RF 프로브를 사용하여 CW 조건에서 전력특성과 S-파라미터 측정을 하였다. 9 GHz에서 측정한 그림 11의 결과와 같이, 출력전력은 35.3 dBm(3.5 W), 전력이득은 10 dB,



(a) 칩
(a) Chip



(b) 측정 보드
(b) Measurement board



(c) 칩 측정
(c) Chip measurement

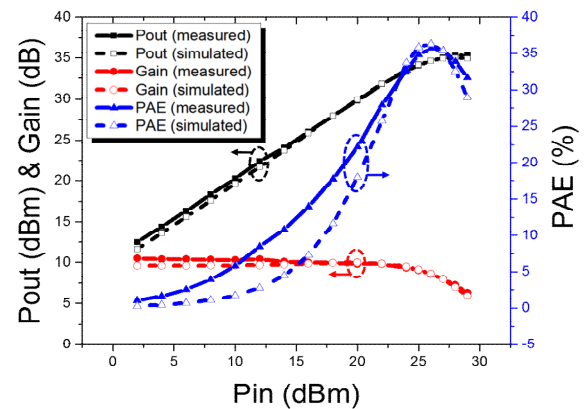
그림 10. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 칩 측정
Fig. 10. X-band 3 W GaN power amplifier MMIC chip measurement.

표 3. 제작된 X-대역 3W 전력증폭기 MMIC 특성

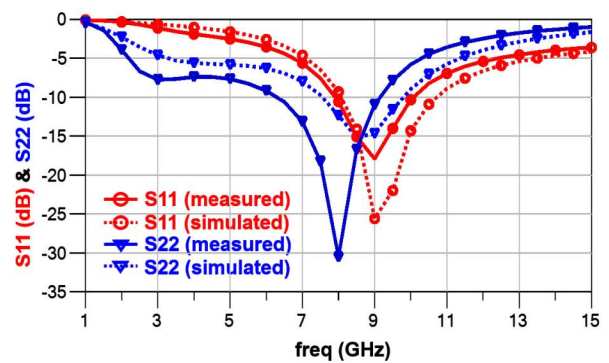
Table 3. Characteristics of fabricated X-band 3 W power amplifier MMIC.

Ref.	Freq. (GHz)	Gain (dB)	Pout (w)	PAE (%)
[9]	9.5 ~ 10.0	12.0	25.0	35.0
[10]	10.1	8.5	4.0	43.9
[11]	7.0 ~ 14.0	6.8 ~ 8.0	>5.0	>43.0(DE)
This work	9.0	10.0	3.5	35.0

전력부가효율(PAE)는 35 %를 얻었으며, S_{11} 과 S_{22} 는 각각 -17 dB 이하와 -10 dB 이하이다. 그림 11(b)에서와 같이,



(a) 전력 특성
(a) Power characteristics



(b) 입출력 정합 특성
(b) Input/output matching characteristics

그림 11. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 측정결과
Fig. 11. Measured results of X-band 3 W GaN power amplifier MMIC.

출력 정합은 1 GHz 정도 하향 천이(shift)되었으며, 이는 설계에 사용된 모델링 소자와 제작한 MMIC 소자의 문턱 전압 천이와 일부 수동소자 특성의 변화에 기인한 것으로 사료된다.

본 논문의 X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 측정 결과를 표 3에 요약하고, 본 논문의 출력전력과 비교적 유사한 최근의 결과들과 비교하였다. 본 논문의 결과는 이득 및 출력전력에서 최근의 결과들과 대체적으로 유사한 성능을 가지며, 기존의 결과들이 효율에서 대체적으로 우수하다. 향후 본 연구진은 GaN MMIC 공정 안정화와 더불어 회로성능 향상을 위한 회로 개발도 병행하고자 한다.

V. 결 론

본 논문에서는 ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 소자 특성을 소개하였다. ETRI 0.25 μm GaN HEMT 소자를 이용하여 X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC 설계하고 제작하여 측정한 결과를 중심으로 논의하였다. ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 소자특성을 평가하고, MMIC 설계 가능성을 검증하기 위하여, GaN 전력증폭기 MMIC를 1단으로 설계하고 제작하였다. X-대역 3 W GaN 전력증폭기 MMIC를 제작하여 평가한 결과, 일부 주파수 하향 천이(shift)가 있었다. 이는 설계에 사용된 모델링 소자와 제작한 MMIC 소자의 문턱전압 천이와 일부 수동소자 특성의 변화에 기인한 것으로 사료되나, MMIC 설계를 위한 ETRI 0.25 μm GaN HEMT 공정은 상당 부분 안정화 단계에 이른 것으로 판단된다.

현재 고주파 및 고출력 MMIC 설계를 위한 ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정 및 소자 안정화를 꾀하고 있으며, 동시에 여러 단의 출력이 필요한 전력증폭기를 설계하여 ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정 평가를 병행하고 있다. 본 논문은 ETRI 0.25 μm GaN MMIC 공정을 이용한 MMIC 제작 결과의 정규논문 최초 보고이며, 이어지는 연구 결과도 다양한 채널을 통해 보고할 예정이다.

References

[1] U. K. Mishra, P. Parikh, and Y. F. Wu, "AlGaIn/GaN HE-

MTs-an overview of device operation and applications", *Proceedings of the IEEE*, vol. 90, no. 6, Jun. 2002.

[2] M. Thorsell, M. Fagerlind, K. Andersson, N. Billström, and N. Rorsman, "An X-band AlGaIn/GaN MMIC receiver front-end", *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 20, no. 1, Jan. 2010.

[3] H. Shigematsu, Y. Inoue, A. Akasegawa, M. Yamada, S. Masuda, Y. Kamada, A. Yamada, M. Kanamura, T. Ohki, K. Makiyama, N. Okamoto, K. Imanishi, T. Kikkawa, K. Joshin, and N. Hara, "C-band 340-W and X-band 100-W GaN power amplifiers with over 50 % PAE", *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig.*, pp. 1265-1268, Jun. 2009.

[4] 최운호, 노운섭, 염인복, "GaN HPA MMIC 기술 동향", *한국전자과학회지*, 25(2), pp. 73-78, 2014년 3월.

[5] 이상홍, 김성일, 민병규, 임종원, 권용환, 남은수, "차세대 GaN 고주파 고출력 전력증폭기 기술동향", *전자통신동향분석*, 29(6), pp. 1-13, 2014년 12월.

[6] 김성일, 안호균, 이상홍, 강동민, 이종민, 민병규, 김해천, 윤형섭, 장유진, 신민정, 임종원, "X-밴드 응용분야를 위한 GaN HEMT 모델링", *대한전자공학회 하계종합학술대회논문집*, pp. 251-254, 2016년 6월.

[7] 이상홍, 김성일, 안호균, 임종원, "SiC 기판 기반의 스파이럴 인덕터 모델링", *한국전자과학회 하계종합학술대회 논문집*, 2(1), p. 418, 2014년 8월.

[8] 이상홍, 김성일, 안호균, 민병규, 이종민, 주철원, 임종원, "GaN 기반 MIM 커패시터 모델링", *한국전자과학회 종합학술발표회 논문집*, 24(1), p. 131, 2014년 11월.

[9] J. Leckey, "A 25 W X-band GaN PA in SMT package", *European Microwave Conference*, vol. 44, pp. 1341-1343, Oct. 2014.

[10] A. Zai, D. Li, S. Schafer, and Z. Popovic, "High-efficiency X-band MMIC GaN power amplifiers with supply modulation", *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig.*, TU4B-4, Jun. 2014.

[11] V. Camarchia, J. Fang, G. Ghione, J. Rubio, M. Pirola, and R. Quaglia, "X-band wideband 5 W GaN MMIC power amplifier with large-signal gain equalization", *Work-*

shop on Integrated Nonlinear Microwave and Millime-

tre-Wave Circuits, S5-3, Sep. 2012.

이 상 홍



1988년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학사)
1992년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학석사)
1998년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학박사)
1998년 4월~1999년 6월: 한국전자통신연구

구원 Post-Doc.

2005년 5월~2008년 2월: 한국전자통신연구원 SiGe소자팀/SiGe 회로팀 팀장

2009년 3월~2011년 2월: 충남대학교 겸임교수

2015년 3월~현재: 연구성과실용화진흥원 기술사업화전문가협의체 전문위원

1999년 7월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

[주 관심분야] 초고주파 집적회로 설계, 고속 광통신 집적회로 설계, 반도체 소자 모델링/설계변수 추출 등

이 중 민



1995년 2월: 고려대학교 재료공학과 (공학사)
1997년 2월: 고려대학교 재료공학과 (공학석사)
2001년 8월: 고려대학교 재료공학과 (공학박사)
2001년 9월~현재: 한국전자통신연구원

책임연구원

[주 관심분야] 초고주파 소자 개발 및 회로설계 등

김 성 일



1998년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
2000년 2월: 한국과학기술원 전자공학과 (공학석사)
2000년 3월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원
2016년 2월~현재: 충남대학교 전자공학과

박사과정

[주 관심분야] 초고주파 회로설계, 능동소자 모델링 등

강 동 민



2009년 8월: 충북대학교 전파공학과 (공학박사)
1997년 4월~1997년 12월: 한국전자통신연구원 위촉연구원
1998년 12월~2000년 10월: (주)MCC 선임연구원
2000년 11월~현재: 한국전자통신연구원

책임연구원

[주 관심분야] 초고주파 집적회로, 마이크로파 및 밀리미터파 전력증폭기 모듈, RF 패키지 등

안 호 균



1999년 2월: 고려대학교 금속공학과 (공학사)
2001년 2월: 고려대학교 금속공학과 (공학석사)
2016년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
2001년 1월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

임연구원

[주 관심분야] GaN 및 화합물반도체 기반 RF 분야 능동소자 및 MMIC 공정 등

김 동 영



1989년 2월: 서울대학교 무기재료공학과 (공학사)
1991년 2월: 서울대학교 무기재료공학과 (공학석사)
1996년 8월: 서울대학교 무기재료공학과 (공학박사)
1999년 7월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

임연구원

[주 관심분야] 초고주파 패키징, 안테나 설계 등

김 해 천



1982년 2월: 서울대학교 금속공학과 (공학사)
1984년 2월: 한국과학기술원 재료공학과 (공학석사)
1992년 12월: IIT 재료공학과 (공학박사)
1984년 1월~1984년 6월: LG전자 중앙연구소 선임연구원

1993년 6월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원
[주 관심분야] 화합물반도체 소자/공정 등

장 유 진



2007년 2월: 인하대학교 해양과학과 (이학사)
2013년 7월~현재: 한국전자통신연구원 연구원
[주 관심분야] 반도체 소자 측정 및 평가 분석, 반도체 공정 비용 분석 및 설계 등

민 병 규



1991년 2월: 연세대학교 금속공학과 (공학사)
1993년 2월: 연세대학교 금속공학과 (공학석사)
1998년 8월: 연세대학교 재료공학과 (공학박사)
2000년 4월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

[주 관심분야] 화합물반도체 소자/공정 등

이 기 준



1978년 2월: 서울대학교 공업교육학과 (전자전공) (공학사)
1981년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
1986년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
1986년 9월~현재: 충남대학교 전자공학과 교수

[주 관심분야] Mixed-Mode 시뮬레이션, Interconnection 모델링, 집적회로 설계 등

윤 형 섭



1980년 2월: 광운대학교 전자재료공학과 (공학사)
1984년 2월: 인하대학교 응용물리학과 (공학석사)
1991년 2월: 인하대학교 응용물리학과 (공학박사)
1984년 5월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

[주 관심분야] 초고주파 반도체 소자 및 공정기술, RF 부품기술 등

임 중 원



1988년 2월: 중앙대학교 물리학과 (이학사)
1990년 8월: 중앙대학교 물리학과 (이학석사)
1998년 2월: 중앙대학교 물리학과 (이학박사)
2000년 3월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

2013년 2월~현재: 한국전자통신연구원 RF융합부품연구실 실장
[주 관심분야] GaN HEMT 소자 및 MMIC 등

조 규 준



2012년 5월: Cornell University 전자공학과 (공학사)
2013년 5월: Cornell University 전자공학과 (공학석사)
2013년 8월~현재: 한국전자통신연구원 연구원
[주 관심분야] 초고주파 소자/공정 등