

## HEMT 소자 공정 연구, Part III : 개별소자 제작 및 특성분석

(A Study on HEMT Device Process, Part III :  
Fabrication of a Discrete Device and its Characteristics)

李鍾覽\*, 李載珍\*, 孟成在\*, 朴盛鎬\*, 朴孝勳\*, 姜泰遠\*, 金鎮燮\*, 馬東星\*

(Jong Lam Lee, Jae Jin Lee, Sung Jae Maeng, Sung Ho Park, Hyo Hoon Park,  
Tae Won Kang, Jin Sup Kim, and Dong Sung Ma)

## 要 約

AlGaAs/GaAs HEMT (high electron mobility transistor) 소자 제작을 위한 단위 공정연구에서 얻어진 최적의 공정조건을 이용하여 개별소자를 제작하였다. 게이트 길이가  $2.8\mu\text{m}$ 이고, 게이트-소오스 간격이  $3.6\mu\text{m}$ 인 개별소자로 threshold 전압이  $-0.29\text{V}$ 이며 트랜스컨덕턴스가  $46.1\text{mS/mm}$ 인 특성을 얻었다. 소오스-드레인 전압이  $2.0\text{V}$ 일때, 드레인의 포화전류는  $35\text{mA/mm}$ 로 측정되었다.

## Abstract

Unit processes for the fabrication of HEMT (high electron mobility transistor) was studied and the optimum conditions of them were applied to the fabrication of a discrete HEMT device. The HEMT with a nominal gate-source spacing of  $3.6\mu\text{m}$  and a gate length of  $2.8\mu\text{m}$  showed a transconductance of  $46.1\text{mS/mm}$  and a threshold voltage of  $-0.29\text{V}$ . A source-drain voltage of  $2.0\text{V}$  for a saturation current of  $35\text{mA/mm}$  was achieved.

## I. 서 론

HEMT (high electron mobility transistor) 소자는 두개의 서로 다른 band gap을 갖는 화합물 반도체인 GaAs와  $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  ( $0.2 < x < 0.35$ )를 이중접합시킴으로써 GaAs의 전도대보다 높은 에너지를 갖는  $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 에서 활성화된 전자를 GaAs 쪽으로 이동시켜 이중접합면에 활성층인 이차원 전자

가스(2-DEG)층 채널을 형성시켜 소자의 고속 동작 및 transconductance를 향상시킨 소자이다. 이 경우 이온화된 불순물에 의한 산란이 배제되어 전자 이동도가 향상될 수 있으며, 저온에서 측정할 경우, 4K에서  $10^6\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$  이상의 전자 이동도를 얻을 수도 있다. 이러한 HEMT 소자는 고속 소자로서의 응용 가능성이 커서 국외에서 많은 연구가 진행되어 왔다. 1980년대 초 Hiyamiza는 HEMT 소자를 이용하여 77K에서 propagation delay가 17.1ps로 Josephson 소자에 필적하는 ring oscillator를 제작 발표하였으며<sup>1)</sup>, Cirillo, Jr. 등은 77K에서 propagation delay가 8.5ps인 ring oscillator를 발표하였고<sup>2)</sup>, AT & T 및 그외 유수 연구기관에서 고속 논리회로의 응용 및 우수한 초고주파 특성을 갖는 HEMT 소자 개발에 연구를 집중하여 왔다.<sup>3)</sup> 그러나 국내에서는 HEMT 소자 제작에

\* 正會員, 韓國電子通信研究所 化合物半導體硏究部  
(Compound Semiconductor Dept, ETRI)

\*\* 正會員, 東國大學校 物理學科  
(Dept. of Physics, Dongkuk Univ.)

接受日字: 1989年 7月 18日

(※ 본 연구결과는 '88년도 과학기술처 특정연구비로 수행한 연구결과의 일부임.)

대한 연구는 거의 발표된 바 없다.

본 논문에서는 앞의 일련의 논문<sup>19,20)</sup>에서 발표한 AlGaAs/GaAs HEMT소자 제작을 위해 수행된 단위 공정 연구에서 얻어진 최적의 공정조건을 활용하여 HEMT 개별소자를 제작하였고, 이것의 전기적 특성을 조사하였다.

## II. 실험

그림1은 본 연구에서 사용된 AlGaAs/GaAs HEMT 소자 단면의 개략도이다. 소오스와 드레인 사이의 간격과 게이트 길이는 각각  $10\mu\text{m}$ 과  $2.8\mu\text{m}$ 로 제작되었다. HEMT소자의 공정 흐름도는 그림 2와 같다. 마스크 1을 사용하여 mesa구조의 형성에 의해 소자를 분리시켰고, 마스크 2를 이용하여 lift-off 공정에 의해 소오스와 드레인을 형성시켰다. Lift-off공정을 위해 다음과 같은 overhang구조의 형성조건을 사용하였다. Shipley 1400-27 감광막을 HEMT구조의 에피층위에  $1.1\mu\text{m}$ 의 두께로 입힌 후,  $64^\circ\text{C}$ 에서 15분 동안 softbake를 하고, MCB(monochlorobenzene)에 담그어서 감광막의 표면을 경화시킨 후, 크롬 마스크를 통해 70초동안 선택적으로 노광시킨 다음, MF354 현상용액에서 70초동안 현상시켜 overhang구조를 형성시켰다. 본 연구에서는  $8.5\text{mJ}/\text{cm}^2$ 의 노광에너지와 300nm의 파장을 가진 광 접촉 정렬기(optical contact aligner)를 사용하였다. 마스크 3은 enhancement type HEMT를 제작하기 위하여 게이트의 recess에칭을 수행하는데 사용되었다. 마스크 4는 에칭공정을 통하여 A 게이트를 형성하는데 사용하였다. 각 공정중에 에칭깊이 및 금속층의 두께는 stylus방법을 이용하여 측정하였고, 소자 특성은 parameter analyzer (HP-4145B)를 이용하여 분석하였다.

HEMT소자용으로는 MBE로 에피성장한 n-GaAs (200A)/ $i\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  (400A)/n- $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  (400A)/ $i\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  (100A)/i-GaAs ( $1\mu\text{m}$ )/S. I. GaAs인

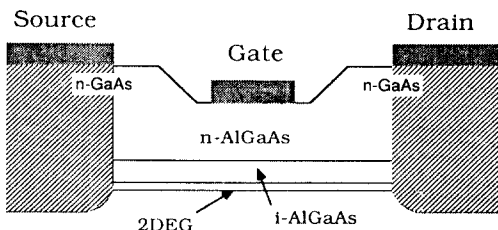


그림 1. HEMT소자의 단면도  
Fig. 1. Schematic drawing of HEMT structure.

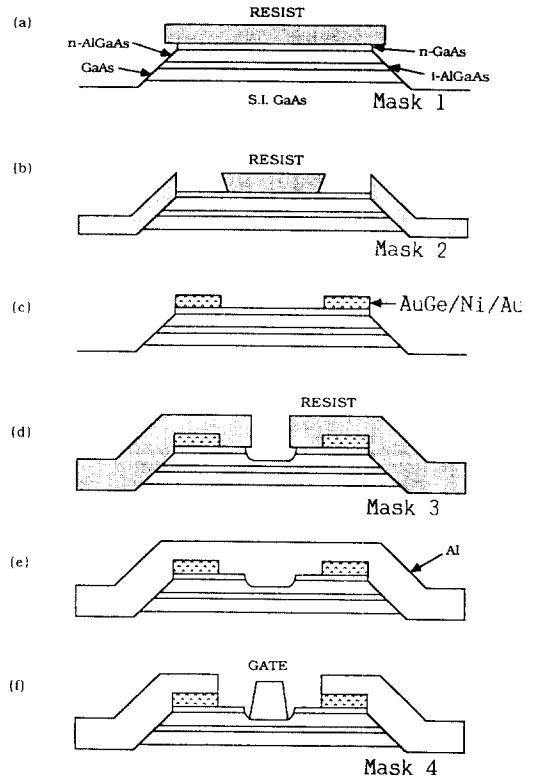


그림 2. HEMT소자 공정의 흐름도  
Fig. 2. HEMT process flow.

구조의 시편을 사용하였으며, n-AlGaAs와 GaAs 층에 불순물로는 Si를 사용하였고 에피층 성장 중에  $1.0 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 의 농도로 도핑시켰다. 이와같이 제작된 HEMT구조의 시편을  $0.3 \times 0.3\text{cm}^2$ 의 크기로 자른 후, 네 모서리에 indium을 접합하여 Van der Pauw방법으로 3000~5000가우스 범위에서 Hall mobility를 측정하였다. 운반자 농도와 이동도는 각각 300K에서  $(7.0 \pm 0.5) \times 10^{11}/\text{cm}^2$ 과  $4800 \pm 100\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 로 측정되었다.

그림3은  $\text{NH}_4\text{OH} : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{H}_2\text{O} = 20 : 7 : 973$ 인 용액을 사용하여 undoped GaAs위에 감광막 패턴을 형성하고, 10분동안 에칭시킨 후 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과이다. [110] 방향으로 기판과  $45^\circ$  각도의 순방향 mesa가 형성되었고, [110] 방향으로 역방향 mesa가 형성되었다. Undoped GaAs의 에칭속도는  $700 \text{ \AA}/\text{min}$  이었고 HEMT구조 시편의 경우  $1800 \pm 200 \text{ \AA}/\text{min}$ 이었다. 에칭속도가 undoped보다 크게 나타난 것은 HEMT구조의 에피층 내에 포함되어 있는 Si 원자가 GaAs 및 AlGaAs의 에칭을 촉진시켰기 때문으로 생각된다.<sup>21)</sup> 본 연구에서는 [110]방향을 게이트

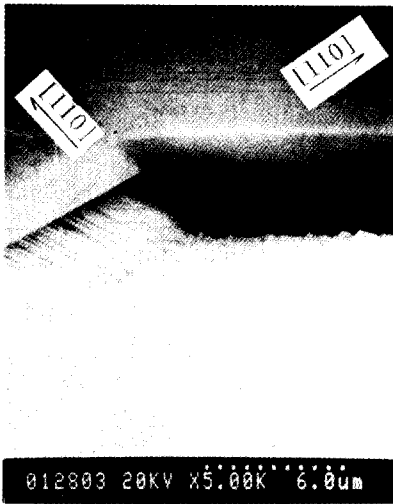


그림 3. GaAs의 mesa etching 후 SEM 관찰 사진  
Fig. 3. Mesa etching of GaAs.

폭 (gate width)과 평행하도록 감광막 패턴을 형성시킨 후 1분동안 에칭을 하였다.

소오스와 드레인을 형성하기 위하여 AuGe (1500Å) / Ni (500Å) / Au (2000Å)을 기판위에 열 진공증착시키고 lift-off시킨 후 465°C에서 10분동안 N<sub>2</sub>분위기에서 열처리시켰다. 이때 ohmic 접촉저항은 1.5 × 10<sup>-4</sup> Ω·cm<sup>2</sup>으로 측정되었다. Enhancement type HEMT를 제작하기 위해서는 게이트 형성 부분을 에칭하여 게이트에서 이차원 전자가스층까지의 거리를 조절하여야 한다. 본 실험에서는 undoped GaAs의 에칭속도가 80 Å/min인 NH<sub>4</sub>OH : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>O = 4 : 1 : 2000 혼합용액을 사용하여 2분 30초동안 에칭한 후 그 위에 게이트를 형성시켰다. Al을 Schottky재료로 사용하는 경우, Al을 에칭하는 방법 또한 lift-off 방법으로 형성할 수 있다. Al의 에칭방법에 의해서도 게이트의 형성은 용이하나 재현성이 lift-off방법에 비해 뒤떨어졌다. 따라서 HEMT소자 공정에서는 게이트 길이가 2.8μm인 마스크를 사용하여 감광막의 게이트 패턴을 형성시킨후 NH<sub>4</sub>OH : H<sub>2</sub>O = 1 : 10인 용액에 1분동안 담금으로써 게이트가 형성될 부분에 존재하는 자연 산화막 (GaO<sub>x</sub>)을 제거시켰다. 다음 이온 스퍼터방식을 이용하여 Al을 3000Å의 두께로 증착시킨 후, lift-off방법으로 게이트를 형성시켰다.

III. 결과 및 고찰

그림4는 게이트 길이가 2.8μm이고 폭이 100μm인 HEMT 개별소자의 Schottky특성을 보여주고 있다. 게

이트로 Al이 사용된 경우 -3.7V까지 Schottky 특성이 유지되었다. 그림5는 게이트 길이가 2.8μm 이고 폭이 100μm인 HEMT소자의 I - V 특성을 보여주고 있다. 최대포화전류 I<sub>sat</sub>는 35mA/mm이었고 포화전압 V<sub>sat</sub>는 2.0V이었다. 그리고 드레인 전류가 포화 영역에 도달된 후에도 전류가 약간씩 증가하는 현상이 관찰되었는데 이것은 게이트에 약간의 누설 (leakage) 전류가 발생되어 나타나는 현상으로 생각된다.

그림6에는 threshold 전압 V<sub>th</sub>을 결정하기 위하여 드레인 전압이 0.15V에서 게이트 전압에 따른 √I<sub>D</sub>와의 관계를 도표화하였다. √I<sub>D</sub>가 직선적으로 증가하는 영역에서 외연장한 값으로부터 계산된 V<sub>th</sub>는 -0.29V이었다. 그러나 게이트의 누설효과를 고려하여 계산하면 V<sub>th</sub>는 0V 근처에 형성될 것으로 생각된다.

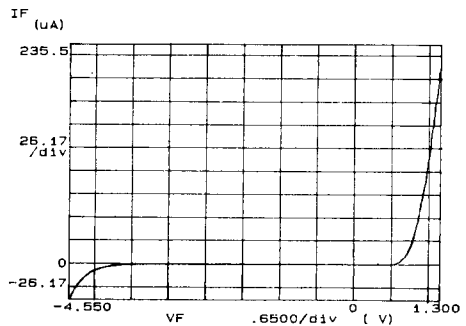


그림 4. Al 게이트의 Schottky특성  
Fig. 4. Schottky behavior of Al gate.

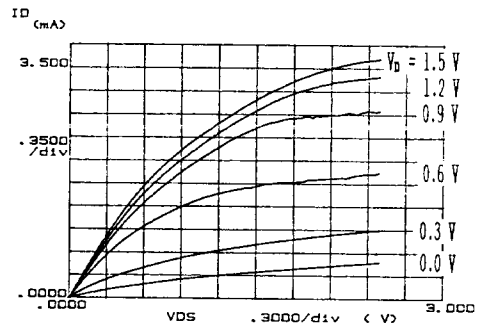


그림 5. HEMT소자의 I - V 특성 (게이트길이 : 2.8μm, 게이트-소오스 간격 : 3.6μm).

Fig. 5. I - V characteristics of a HEMT with a nominal gate-source spacing of 3.6μm and a gate length of 2.8μm.

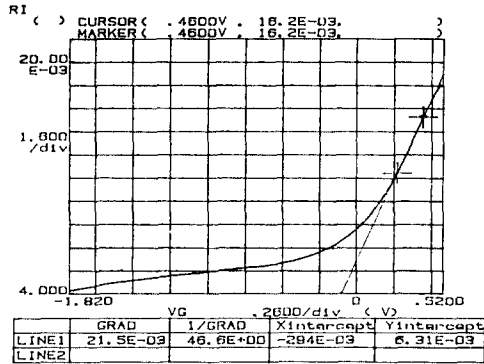


그림 6.  $V_{ds}=0.15V$ 에서  $V_G$ 에 따른  $\sqrt{I_D}$ 의 변화  
 Fig. 6. A plot square roots of drain current with gate voltages at  $V_{ds}=0.15V$ .

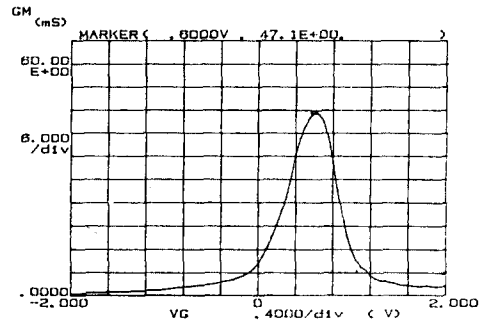


그림 7.  $V_{ds}=2.3V$ 에서 게이트 전압에 따른 transconductance의 변화(게이트 길이 :  $2.8\mu m$ , 소오스-드레인 간격 :  $10\mu m$ )  
 Fig. 7. A plot of transconductance with gate voltages at  $V=2.3V$  (Gate length :  $2.8\mu m$ , spacing of source-drain :  $10\mu m$ ).

그림7은 포화전류영역인  $V_{sd}=2.3V$ 에서의 transconductance ( $g_m$ )<sub>max</sub>를 보여준다. 최대  $g_m$ 은  $46.1mS/mm$ 로 측정되었다. 표1은 최근에 발표된 HEMT의 소자구조 및 트랜스컨덕턴스  $g_m$ 특성이다. 기존에 발표된 HEMT소자의 게이트 길이는  $1.0\mu m$ 이하로 본 연구에서 제작된 소자의 길이인  $2.8\mu m$ 보다 매우 작다. 또한 게이트와 소오스의 길이도 대부분  $1.0\mu m$  정도로 본 연구에서의  $3.6\mu m$ 보다 작다. 트랜스컨덕턴스는 주로 게이트 길이 및 에피성장층의 특성에 의존하기 때문에, 본 연구에서 제작된 HEMT소자의 최대  $g_m$ 인  $46.1mS/mm$ 를 기존에 제작된 HEMT소자와 직접 비교할 수 없었다. 그러나 식(1)을 사용하면, 기존에 제작된 HETM 소자의 게이트길이를 본 연구에서 제작된 HEMT 개별소자의 게이트 길이인  $2.8\mu m$

로 외연장한 값으로 환산할 수 있으므로 정성적으로 HEMT소자의 특성을 서로 비교할 수 있다.<sup>8)</sup> 최대  $g_m$ 은 간단히 식(1)과 같이 표현할 수 있다.<sup>8)</sup>

$$(g_m)_{max} = \frac{q\mu n_s Z}{L} \left[ 1 + \left( \frac{q\mu n_s (d + \Delta d)}{\epsilon_z V_{sat} L} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

여기에서  $L$ : 게이트 길이,  $\mu$ : 2-DEG층에서의 운반자의 이동도,  $n_s$ : 2-DEG의 농도,  $Z$ : 게이트 폭,  $\epsilon_z$ : 유전상수,  $V_{sat}$ : 전자의 포화속도,  $d$ : 소오스층의 두께,  $\Delta d$ : spacer층의 두께이다. 식(1)에서 보면 ( $g_m$ )<sub>max</sub>는  $L$ ,  $n_s$ ,  $(d + \Delta d)$ 에 의존함을 알 수 있다. E-HEMT의 경우  $(d + \Delta d)$ 의 크기는 대부분 유

표 1. 연구기관별 게이트 길이에 따른 최대 transconductance

Table 1. Max. transconductance values accorded with the gate length in various research institutes.

d층의 si 농도(두께)	$\Delta d$ 층의 두께	게이트길이	( $g_m$ )max (mS/mm)	연구기관(년도)	참고문헌
$1 \times 10^{18}/cm^2$ (500A)	100A	0.2um	435 at RT	G. E. (1986)	9
$1 \times 10^{18}/cm^2$ (400A)	40A	0.5um	315 at RT	Rockwell(1986)	10
$2 \times 10^{18}/cm^2$ (200A)	20A	0.5um	230 at RT	NEC(1986)	11
$1.5 \times 10^{18}/cm^2$ (400A)	25A	1.3um	220 at RT	Universal Energy(1987)	12
$1.0 \times 10^{18}/cm^2$ (500A)	40A	0.1um	600 at RT	Cornell Univ. (1988)	13
$4 \times 10^{18}/cm^2$ (450A)	—	0.1um	400 at RT	Stanford Univ. (1988)	14
$3 \times 10^{18}/cm^2$ (600A)	30A	1.0um	240 at RT	Illinois Univ. (1985)	15
$5 \times 10^{17}/cm^2$ (1000A)	50A	1.2um	120 - 150 at RT	STL(1984)	16
$4 \times 10^{17}/cm^2$ (450A)	100A	1.1um	177 at RT	Lab. d'Electronique et de physique Appliquee(1984)	17
$5 \times 10^{17}/cm^2$ (450A)	110A	1.0um	110 at RT	Fujitsu(1986)	18

사한 값을 갖고,  $n_s$  는 d층에서의 Si 농도에 의존하게 된다. 표1에서  $1.0\mu\text{m}$ 인 HEMT소자중 d층의 Si 농도가  $(1.5-3)\times 10^{18}/\text{cm}^3$ 인 HEMT소자의  $(g_m)_{\text{max}}$ 를 이용하여<sup>[12,15]</sup> 본 연구에서의  $L=2.8\mu\text{m}$ 로  $(g_m)_{\text{max}}$ 를 다시 환산하면  $(g_m)_{\text{max}}=65-99\text{mS/mm}$ 의 값으로 계산되었다. 또 Si농도가  $(4.0-5.0)\times 10^{17}/\text{cm}^3$ 인 HEMT소자의  $(g_m)_{\text{max}}$ 를 이용하면<sup>[16,18]</sup>  $L=2.8\mu\text{m}$ 일 때  $(g_m)_{\text{max}}=30-35\text{mS/mm}$ 로 계산되었다. 따라서 본 연구에서 사용된 d층의 Si농도가 식(1)의 계산에 사용한 d층의 Si농도의 중간값인  $1\times 10^{18}/\text{cm}^3$ 인 것을 고려할 때, 측정된 최대  $g_m$ 인  $46.1\text{mS/mm}$ 는 적절한 값이라고 생각된다.

그림5에서 드레인의 포화전압  $V_{\text{sat}}$ 는 2.0V로 기존에 발표된 HEMT<sup>[9-11]</sup>의  $V_{\text{sat}}$ 인 0.7V보다 큰 값을 보였다. 이것은 본 연구에서 제작된 HEMT 소자의 소오스 및 드레인과 게이트 사이의 간격이  $3.6\mu\text{m}$ 로 기존에 제작된 것보다 약 3배정도 더 길고, 그 결과로 소오스 저항이 증가하였기 때문으로 생각된다. Hall측정결과 sheet저항은  $1500\Omega/\square$ 로 측정되었고, TLM 방법에 의해 측정된 ohmic접촉저항은  $6\Omega\cdot\text{mm}$ 이었다. 이것을 이용하여 게이트 폭이  $100\mu\text{m}$ 이고 게이트와 소오스 사이의 거리가  $3.6\mu\text{m}$ 일 때 정성적으로 계산된 소오스 저항은  $84\Omega$ 이었다. 게이트 길이가  $1\mu\text{m}$ 이고 소오스와 드레인 사이의 간격이  $3\mu\text{m}$ 인 HEMT소자의 소오스 저항은 일반적으로  $10\Omega$ 보다 작다고 보고되었다.<sup>[9-11]</sup> 그러나 본 연구에서 제작된 HEMT소자의 소오스 저항은  $84\Omega$ 으로 매우 큰 값을 나타냈으며, 따라서  $V_{\text{sat}}$ 이 큰 값을 나타냈다고 생각된다.

이상과 같이 HEMT소자 공정 및 특성에 대해서 살펴보았다. 앞으로 우수한 특성의 HEMT소자를 제작하기 위해서는 소오스와 게이트 간격을 좁게하여 소오스 저항을 감소시켜  $V_{\text{sat}}$ 을 작게하고 게이트 길이를 짧게하여  $g_m$ 특성을 향상시키는 것이 필요하리라 생각된다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 MBE로 에피 성장한 n-GaAs(200Å)/i-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As(400Å)/n-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As(400Å)/i-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As(100Å)/i-GaAs( $1\mu\text{m}$ ) S.I. GaAs 인 구조의 기판을 사용하여, 여러가지 최적의 단위 공정조건을 실제 소자공정에 응용함으로써 HEMT 개별 소자를 제작하였다. 소오스와 드레인은 HEMT 소자용 기판위에 AuGe(1500Å)/Ni(500Å)/Au(2000Å)을 열진공 증착시킨 후 465°C에서 10분 동안 N<sub>2</sub>분위기로 열처리하여 형성시켰다. 게이트 형성부분을 re-

cess에칭한 후,  $2.8\mu\text{m}$ 길이의 Al게이트를 그 위에 lift-off방법으로 형성시켰다. 이와 같이 형성된 Al 게이트는 -3.7V이하에서 break-down이 일어났다. 소오스와 드레인 사이의 간격이  $10\mu\text{m}$ 이고, 게이트 길이와 폭이 각각  $2.8\mu\text{m}$  및  $100\mu\text{m}$ 인 HEMT 소자의 최대포화전류  $I_{\text{sat}}$ 는  $35\text{mA/mm}$ , 포화전압  $V_{\text{sat}}$ 는 2.0V, threshold전압  $V_{\text{th}}$ 는 -0.29V이었고 최대 transconductance  $(g_m)_{\text{max}}$ 는  $46.1\text{mS/mm}$ 인 것으로 측정되었다.

#### 參 考 文 獻

- [1] S. Hiyamizu, T. Mimura, and T. Ishikawa, *Japn. J. Appl. Phys.*, 21, 161, 1981.
- [2] N.C. Cirillo, Jr. and J.K. Abrokwah, in *Proc. 43rd Ann. Device Research Conf. IIA-7*, 1985.
- [3] W.L. Jones and L.F. Eastman, *IEEE*, ED-33, 712, 1986.
- [4] A.A. Ketterson, F. Ponse, T. Henderson, J. Klem, C.-K. Peng, and H. Morkoc, *IEEE*, ED-32, 2257, 1985.
- [5] F.L. Schuermeyer, J.A. Grzyb, M.J. Curtis, M.J. Paulus, and M.E. Cheney, *J. Appl. Phys.*, 63, 1121, 1988.
- [6] L.H. Camitz, P.L. Tasker, H. Lee, D. Vander Merwe, and L.F. Eastman, *IEDM Tech. Dig.* 360, 1984.
- [7] J.J. Gannon and C.J. Nuese, *J. Electrochem. Soc.*, 121, 1215, 1974.
- [8] T.J. Drummond, W.T. Masselink, and H. Morkoc, *Proceedings of the IEEE*, 74, 773, 1986.
- [9] S.C. Palmateer, U.K. Mishra, P.C. Chao, p.M. Smith, K.H.G. Duh, and J.C.M. Hwang, *J. Vac. Sci. Technol. B4*, 618, 1986.
- [10] E. Sovero, A.K. Gupta, J.A. Higgins, and W. A. Hill, *IEEE*, ED-33, 1434, 1986.
- [11] H. Hida, K. Ohata, Y. Suzuki, and H. Toyoshima, *IEEE*, ED-33, 601, 1986.
- [12] A. Ezi, D.W. Langer, and C.W. Tu, *Sol. Sta. Electro.*, 30, 807, 1987.
- [13] R.C. Tiberio, E.D. Wolf, S.F. Anderson, W.J. Schaff, P.J. Tasker, and L.F. Eastman, *J. Vac. Sci. Technol. B6*, 134, 1988.
- [14] D.R. Allee, P.R. de la Houssaye, D.G. Schlam, J.S. Harris, and R.F.W. Pease, *J. Vac. Sci. Technol. B6*, 328, 1988.
- [15] A.A. Ketterson, F. Ponse, T. Henderson, J. Klem, C.-K. Peng, and H. Morkoc, *IEEE* ED-32, 2257, 1985.

[16] Y. Takanashi, M. Hirano, and T. Sugeta, IEEE, EDL-5, 241, 1984.

[17] J.P. Andre, A. Brierg, Mrocchi, and M. Riet, J. Cryst. Grwoth, 68, 445, 1984.

[18] J. Saito and A. Shibatomi, Fujitsu Sci. Tech. J., 21, 190, 1985.

[19] 이종람, 박성호, 김진섭, 마동성, 대한전자공학회 논문지, 제26권 제10호, PP. 74~83, 1989.

[20] 이종람, 이재진, 박성호, 김진섭, 마동성, 대한전자공학회 논문지, 제26권 제10호, PP. 84~92, 1989.

著 者 紹 介

李 鍾 覽 (正會員) 第25卷 第11號 參照. 현재 한국전자통신연구소 신소자재료 연구실 선임연구원.

朴 孝 勳 (正會員) 第25卷 第12號 參照. 현재 한국전자통신연구소 신소자재료 연구실 선임연구원.

李 載 珍 (正會員) 第23卷 第5號 參照. 현재 한국전자통신연구소 신소자재료 연구실 선임연구원.

姜 泰 遠 (正會員) 第26卷 第6號 參照. 현재 동국대학교 물리학과 부교수.



孟 成 在 (正會員)  
1960년 5월 2일생. 1984년 2월 서울대학교 무기재료공학과 졸업. 1986년 2월 한국과학기술원 재료공학과 석사 학위취득. 1986년 2월 - 1989년 11월 현재 한국전자통신연구소 신소자재료연구실 연구원.

金 鎮 婁 (正會員) 第26卷 第10號 參照. 현재 한국전자통신연구소 신소자재료 연구실 실장

馬 東 星 (正會員) 第25卷 第11號 參照. 현재 한국전자통신연구소 화합물반도체 연구부 연구위원.

주관심분야는 GaAs 소자제작 및 물성분석임.

朴 盛 鎬 (正會員) 第25卷 第11號 參照. 현재 한국전자통신연구소 신소자재료 연구실 선임연구원