

# 스페이서층 두께변화에 따른 공명터널링 다이오드에서 전류-전압 특성의 자기무모순법에 의한 해석

## (Dependence of the Thickness of Spacer Layers on the Current Voltage Characteristics of DB Resonant Tunneling Diodes Analyzed with a Self-Consistent Method)

金成振\*, 李尙勳\*\*, 成英權\*\*\*

(Seong Jeen Kim, Sang Hoon Lee and Yung Kwon Sung)

### 要約

자기무모순법(self-consistent method)을 이용하여 단일 양자 우물 구조를 가진 공명 터널링 다이오드의 전류-전압 특성을 이론적으로 해석하였다. 자기무모순법은 Esaki에 의해 제안된 평탄형 밴드 모델에서는 고려될 수 없는 오믹 콘택층과 도핑되지 않은 스페이서 층에서의 전하 축적 및 공핍 효과에 의한 전도대 에너지 밴드의 구부림 효과를 포함 시킬 수 있기 때문에 실험 결과에 잘 부합하는 결과를 제공하는 일종의 수치 해석법이다. 본 논문에서는  $Al_{0.5}Ga_{0.5}As/GaAs/Al_{0.5}Ga_{0.5}As$  단일 양자 우물 구조를 갖는 공명 터널링 다이오드의 전류-전압 특성과 오믹 콘택층과 양자 우물 구조 사이에 추가된 스페이서층의 효과를 평가 하기 위해 스페이서층의 두께 변화에 따른 전류-전압 특성을 자기무모순법으로 구하였다.

### Abstract

We investigated theoretically the current-voltage characteristics of resonant tunneling diodes with a single quantum well structure, using a self-consistent method. This method is a numerical analysis which is able to include the effects of the undoped spacer layer and the band bending by charge accumulation and depletion on the contact layers which have not been considered in the flat-band model reported by Esaki, so that it is better suited to explain experimental results. The structure used is an  $Al_{0.5}Ga_{0.5}As/GaAs/Al_{0.5}Ga_{0.5}As$  single quantum well. In this work, we estimate the theoretical current-voltage characteristics of the same structure, and then, the dependence of the current-voltage curves on the thickness of undoped spacer layers sandwiched between the barrier and highly n-doped GaAs contact layer.

\* 正會員, 慶南大學校, 電子工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Kyungnam Univ.)  
\*\* 正會員, 韓國電子通信研究所  
(Electronics and Telecommunications

Research Institute)  
\*\*\* 正會員, 高麗大學校, 電氣工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Korea Univ.)  
接受日字: 1993年 4月 16日

I. 서론

공명 터널링 다이오드는 양자 역학 효과에 의한 우수한 부성저항(NDR) 특성 때문에 많은 관심을 끌어왔다. 양자우물구조에서 발생하는 부성저항은 초고주파의 검지나 발진<sup>[1]</sup>에 응용되어 왔으며, 또한 다양한 초고속 디지털 논리소자<sup>[2,3]</sup>에 이용 하려는 노력이 진행되어 왔다. 이러한 소자 개발의 노력과 함께 공명 터널링 다이오드에서 캐리어의 전도 현상에 대한 이론적 연구<sup>[4,7]</sup>가 활발히 진행되어 왔으나, 초기에 이론적 해석은 공간 전하층의 효과나 양자우물내에 공간 전하층의 형성과 밴드 구부러짐을 고려하지 않고 계산되어 왔기 때문에 이론과 실험적 결과 사이에는 커다란 차이가 있어 왔고 이론제를 극복하기 위해 자기무모순법<sup>[8,10]</sup>이 소개되었다. 처음에 적용한 예는 이중접합의 계면에서 전하의 축적을 고려한 에너지 밴드의 구부러짐 현상에 의한 구속 에너지 준위와 구속 전자밀도의 계산<sup>[9]</sup>에 활용되었으며, 양자우물 구조에서 적용한 예<sup>[10]</sup>도 발표 되어 왔다. 이 논문에서는 기존의 슈레딩거(Schrödinger) 방정식과 포아슨(Poisson) 방정식을 자기무모순법으로 해결한 방식과

달리 좀더 빠른 계산을 할 수 있는 방안으로 전도대 포텐셜 프로파일을 자기무모순법으로 구한 후에 터널링 전류밀도를 구하는 두 단계 독립 계산과정을 통해 해를 구하였다. 즉 경계조건과 함께 포아슨 방정식을 사용하여 공명터널링 다이오드의 전도대 프로파일과 전자밀도 분포를 계산한 다음에, Airy 함수를 이용하여 투과율과 터널링 전류밀도를 계산하는 과정을 취했다. 여기에서 전달 전력(delivery power)를 결정하는 피크전류밀도와 차단 주파수(unit power gain cutoff frequency)를 결정하는 피크 대 밸리 전류비(PVR)를 터널링 전류-전압 특성 곡선으로부터 비교 평가 하였다. 그리고 막성장 동안에 불순물이 주입된 오믹 콘택층과 도핑하지 않은 장벽층 사이에 불순물 확산을 막기위해 성장 시키는 도핑 되지 않은 스페이서층의 효과를 평가하기 위해 스페이서 층의 두께 변화에 따른 전류-전압 특성을 이론적으로 평가 하였다.

II. 이론적 해석

공명 터널링 다이오드의 전류-전압 특성을 이론적으로 해석하기 위해 자기무모순법(self-consistent

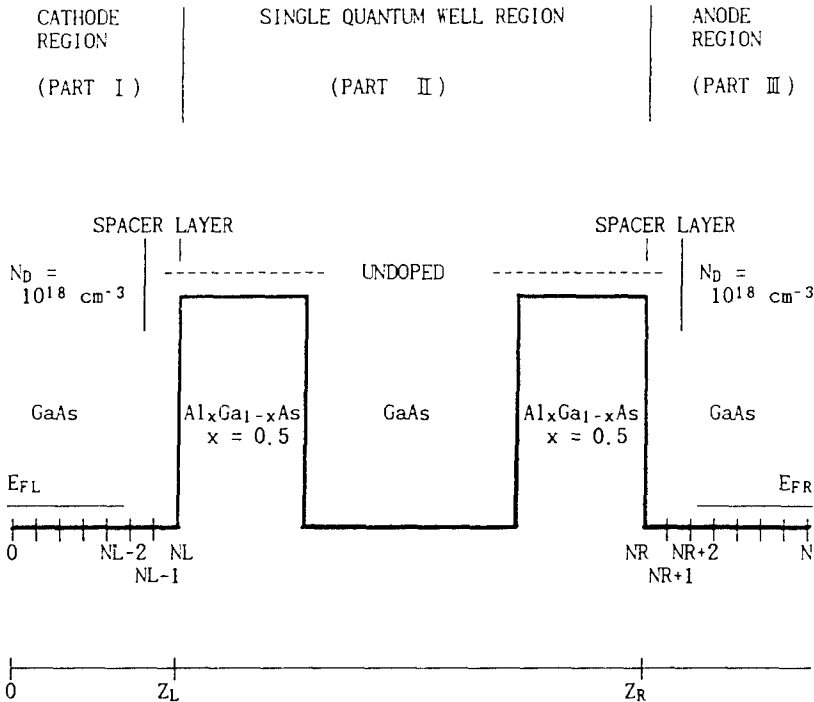


그림 1. 수치해석을 위해 나타낸 DB 공명 터널링 다이오드 구조의 전도대 밴드 개략도

Fig. 1. Schematic conduction band diagram of a DB resonant tunneling structure described for a numerical calculation.

method)을 이용 하였다. 여기에서 우리는 먼저 전도대 프로파일과 전자밀도를 구하기 위해 포아슨 방정식과 경계조건을 자기무모순법으로 해결한 후에, Airy함수를 이용하여 시뮬변계에서 슈레딩거(Schrödinger) 방정식의 해로부터 투과율과 전류밀도를 계산하는 과정을 취했다.

오믹 콘택 전극에서 포텐셜 분포와 전자밀도를 시뮬레이션하기 위해 그림1에서 나타난 것과 같이 좌측 콘택층의 좌표점을  $0, \dots, NL-1, NL$ 로 정하고, 우측 콘택층에서 좌표는  $NR, NR+1, \dots, N$ 으로 정하였다. 좌우측 콘택층과 관련하여 페르미 준위는 각각  $E_{FL}$  과  $E_{FR}$ 으로 정하였으며, 외부 인가 전압을  $V_A$ 라 하면,  $E_{FL} - E_{FR} = qV_A$ 의 관계를 갖게 된다. 오믹 콘택층에서 페르미 준위는 토마스-페르미(Thomas-Fermi) 열평형 상태모델을 이용하여 일정하다고 가정하였으며, 단일 양자우물구조에서의 전자밀도는 슈레딩거(Schrödinger) 방정식의 해로부터 구해진 파동함수와 함께  $z$ -공간상으로 구속된 전자의 2차원 상태밀도와 페르미-디락(Fermi-Dirac) 분포함수로서 나타 내었다. 그리고 두 영역 사이의 계면에서 전도대 준위의 불연속은 우물내의 축적 전하량과 내부 전계와 관련한 경계조건을 이용하여 연결하였으며, 전체 구조에서 전도대 프로파일과 전자 밀도를 자기무모순법 (self-consistent method)과 뉴우튼-랩슨(Newton-Rhapson) 반복법으로 계산하였다.

전도대 프로파일은 포아슨 방정식으로부터

$$\frac{dV^2}{dz^2} = \frac{q}{\epsilon(z)} [n(z) - N_D(z)] \quad (1)$$

으로 주어지며, 포텐셜은 전하량에 의존한다. 여기에서  $V(z)$ 와  $\epsilon(z)$ 는 전자에 대한 정전 포텐셜과 유전율을 나타낸다. 수치해석법으로 해를 구하기위해 (1)식은

$$V_{i+1} - 2V_i + V_{i-1} = \frac{q}{\epsilon} (\Delta z)^2 [n_i - N_D] \quad (2)$$

으로 변환하여 포텐셜 프로파일을 구한다. 여기에서  $n$ 는 임의의 위치  $z$ 에서 전자 밀도를 나타내며, 각 미소 성분내에서 포텐셜의 도함수( $dV/dz$ ), 유전율과 유효질량은 일정하다고 가정하며, 불순물 도핑농도( $N_D$ )는 콘택층에서 불순물이 모두 이온화 한것으로 가정하여  $N_D$ 라 놓으며, 이중장벽 구조와 스케이스층내에서는 도핑 농도를 영이라 놓는다. 그리고 전자 밀도는 각지역에 대해 페르미-디락(Fermi-Dirac) 통계분포 법칙으로부터 계산한다. 케소우드 지역에서 전하밀도는

$$n(z) = N_c F_{1/2}(\eta_n), \quad (z < z_{NL}: cathode region) \quad (3)$$

으로 주어지며, 여기에서  $N_c$ 는 전도대의 유효 상태 밀도,  $F_{1/2}(\eta_n)$ 는 페르미 적분,  $\eta_n$ 는  $(E_F - E_c)/k_B T$ 를 의미하는 상수이다. 한편  $z$ -공간상으로 구속된 단일 양자 우물 구조내에서 전자밀도는 근사적으로

$$n(z) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{N} \frac{m^* k_B T}{(\pi \hbar)^2} \Delta k \ln \left[ 1 + \exp \left( \frac{E_F - E_i}{k_B T} \right) \right] |\phi(z)|^2 \quad (4)$$

으로 주어지며, 여기에서  $N$ 은 파동함수의 정격계수(normalization factor),  $\Delta k$ 는  $k$  공간 상의 미소성분,  $E_i$ 는 좌측 콘택층의 전도대 하단준위를 기준으로하여 양자화된 허용 에너지 준위를 나타내며, Vassell의 관계식<sup>10)</sup>인 (5)식을 이용하여 근사적으로 구할수 있다.

$$k_2 L = n\pi - \sin^{-1} \left\{ \gamma E / [V_0 + (\gamma - 1)E] \right\}^{1/2} - \sin^{-1} \left\{ \gamma E / [V_0 + V_{WA} + (\gamma - 1)E] \right\}^{1/2} \quad (5)$$

여기에서  $L$ 은 양자우물 폭,  $k_2 = (2m^* E)^{1/2} / \hbar$ 인 파수벡터,  $E$ 는 좌측 콘택층으로부터 주입된 전자의 에너지,  $V_0$ 는 장벽높이,  $V_{WA}$ 는 전체 인가 전압중에서 단일양자 우물구조에 인가된 전압,  $\gamma$ 는 우물과 장벽의 유효질량비를 나타낸다. 한편 에노드 영역에서 전자밀도는 케소우드 영역에서 적용한 식인 (3)식을 이용하여  $E_{FL}$  대신에  $E_{FR}$ 을 대입하여 구할 수 있다.

$$n(z) = N_c F_{1/2}(\eta_n) \quad (z_{NR} < z < z_N: anode region) \quad (6)$$

(1)식으로부터 (6)식을 통해 얻어진 포텐셜 프로파일은 콘택층과 장벽사이의 계면에서 경계조건을 이용하여 연결된다. 계면에서 전계의 불연속은 우물내의 축적된 전하량과 관련이 있으며, 포텐셜 불연속은 계면에서 전계에 의한 전압강하 성분과 내부 축적 전하량에 관련이 있다. 두 계면사이에 전계의 불연속은

$$F_R - F_L = \frac{V_{NR} - V_{NR+1} + V_{NL} - V_{NL-1}}{\Delta z} = \frac{q}{\epsilon} \int_{z_L}^{z_R} [N_D(z) - n(z)] dz \quad (7)$$

으로 주어지며, 여기에서  $z_L$ 과  $z_R$ 은 각각 좌측과 우측 콘택층에서의 경계점, 그리고  $F_L$  과  $F_R$ 은 그 위치에서 전계를 나타낸다. 한편 포텐셜의 불연속 조건은

$$V_{NR} - V_{NL} = - \frac{(z_R - z_L)}{\Delta z} (V_{NL-1} - V_{NL}) + D_V \quad (8)$$

으로 나타낼 수 있으며, (8)식에서  $DV$ 는

$$D_V = \frac{q}{\epsilon} \int_{z_L}^{z_R} dz' \int_{z_L}^{z'} [n(z'') - N_D(z'')] dz'' \quad (9)$$

으로 주어진다.

지금까지 설명한 전도대 프로파일을 구하는 과정을 그림2의 흐름도(flow chart)를 통해 나타내었다. 여기에서 초기 조건으로 좌측 콘택층단의 포텐셜과 전자 밀도를 대입한 후에 뉴우튼-랩슨(Newton-Rhapson) 반복법으로 일련의 비선형 방정식들의 해를 구하고, 각 반복과정에서 경계조건을 나타내는 (7)과 (9)식을 이용하여 계면 사이를 연결 하였다.

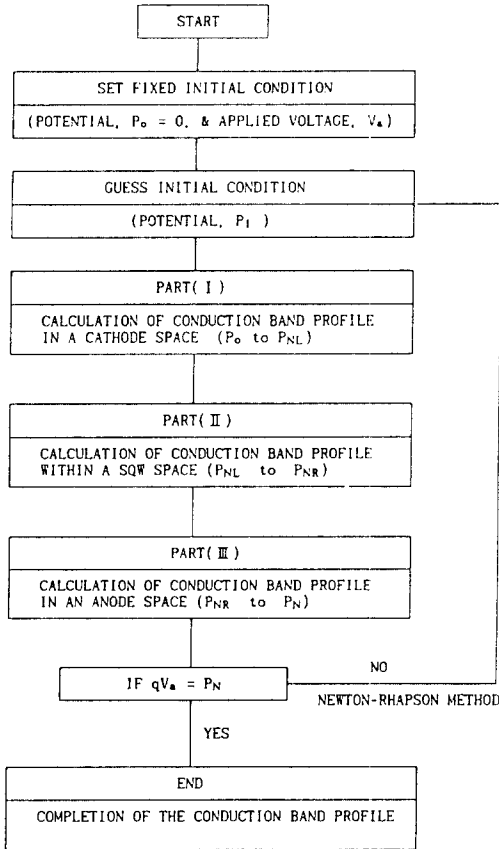


그림 2. 자기모순법을 이용하여 DB구조의 전도대 프로파일을 계산하는 과정을 나타낸 흐름도  
Fig. 2. Flow chart for calculating the conduction profile of a DB structure using the self-consistent method.

터널링 전류밀도는 시블변 슈레딩거(Schrödinger) 방정식의 해로부터 투과율을 구한후에 계산한다. Z-공간상에 시블변 슈레딩거(Schrödinger) 방정식은

$$\frac{d^2\phi(z)}{dz^2} + \frac{2m^*}{\hbar^2} [E - qV(z)]\phi(z) = 0 \quad (10)$$

으로 주어지며, 이식은 Airy 함수 형태로 해를 구하기 위해 다음과 같이 치환한다.

$$\frac{d^2\phi(\rho)}{d\rho^2} - \rho\phi(\rho) = 0, \quad (11)$$

$$\rho = -\left(\frac{2m^*qF_i}{\hbar^2}\right)^{1/2} \left(z + \frac{E - qV_i}{qF_i}\right) \quad (12)$$

여기에서  $V_i$ 와  $F_i$ 는 임의의 위치  $z_i$ 에서 포텐셜과 전계를 나타낸다. (11)식의 해로부터  $E_z$  성분에 의존하는 투과율( $T \sim T(E_z)$ )이 계산될수 있으며, 투과율에 의존하는 공명터널링 전류가 (13)식에 의해 계산된다.

$$J = \frac{qm^*k_B T}{2\pi^2\hbar^3} \int dE_z T^* T(E_z) \ln \left\{ \frac{1 + \exp\left[\frac{-E_z + E_f + qV_L}{k_B T}\right]}{1 + \exp\left[\frac{-E_z + E_f + qV_A}{k_B T}\right]} \right\} \quad (13)$$

여기에서  $m^*$ 는 GaAs의 유효질량,  $V_L$ 은 좌측 콘택층에서 전압강하, 그리고  $V_A$ 는 외부 인가 전압이다.

### III. 결과 및 논의

앞서 언급한 이론을 장벽 두께가 25 Å이고 우물폭이 50 Å으로 이루어진  $Al_{0.5}Ga_{0.5}As/GaAs/Al_{0.5}Ga_{0.5}As$  단일양자 우물구조에 적용한다. 여기에 도핑되지 않은 스페이서층을 장벽과 콘택층 사이에 형성시켜 전류-전압 특성에 미치는 효과를 평가 하였다. GaAs 콘택층에서 도핑농도는  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 으로 가정하였으며, 이것은 페르미 준위를 전도대 하단 준

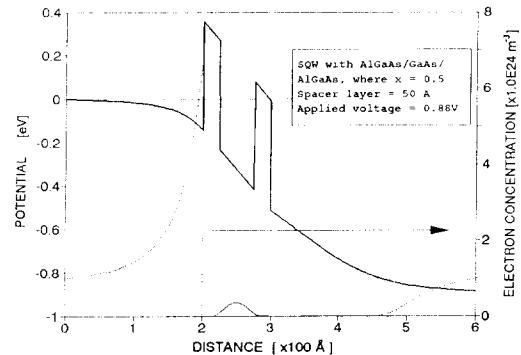


그림 3. 0.88(V)의 인가 전압하에서 자기모순법으로 계산한 단일양자 우물구조의 전도대 밴드와 전자밀도 프로파일

Fig. 3. Conduction band and electron concentration profiles of  $Al_{0.5}Ga_{0.5}As/GaAs$  double barrier structure under applied voltage of 0.88 V, calculated by the self-consistent method.

위(Ec)로부터 약 0.054eV 정도 위에 위치하게 한다. 유효질량은 우물과 콘택층의 경우에 0.067m<sub>0</sub>, 장벽의 경우는 0.1087m<sub>0</sub>을 사용하였으며, GaAs와 Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As 사이에 전도대 불연속 에너지는 0.5 eV로 정하였다. 우리는 이들 파라미터를 이용하여 자기무모순법으로 전도대 프로파일과 전자농도를 계산하였다. 그림3은 두께 50 [Å]의 도핑되지않은 스페이서층을 가진 단일양자우물구조에서 0.88 [V]의 전압을 인가하였을 때 전도대 프로파일과 전자밀도를 나타낸 것이다. 여기에서 실선과 점선은 전도대 프로파일과 전자의 밀도를 각각 나타내며, 콘택층에서 밴드 구부림 효과는 시블변 슈레딩거 방정식의 포텐셜 에너지항을 변화시켜 투과율에 영향을 미친다. 그림4는 인가전압이 0.2와 0.88 [V]일 때 밴드 구부림 효과를 고려한 투과율을 나타낸 것이다.

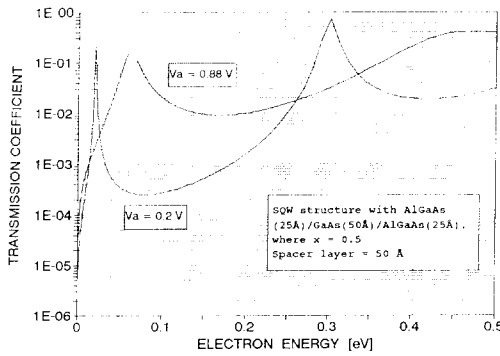


그림 4. 인가전압이 0.2와 0.88[V]하에서 구한 투과율 곡선  
 Fig. 4. Transmission coefficients calculated at incident electron energy under applied voltages of 0.2 and 0.88[V].

단일 양자우물 다이오드에서 공명 터널링 전류는 투과율이 피크가 되는 에너지대를 갖는 전자들에 의해 지배되기 때문에, 전자의 에너지 함수로 주어지는 투과율에 강력하게 의존한다. 전류밀도는 (13)식을 이용하여 구할수 있으며, 절대온도 77 K 상에서 계산한 것이 그림5에 나타났다. 단지 하나의 전류 피크와 밸리를 가지며, 인가전압이 밸리전압을 넘게되면 단조증가하는 경향을 보인다. 이와같은 결과는 장벽 외곽의 계면에서 전하의 축적과 공핍으로 인한 전압강하 성분이 실제적으로 공명 장벽에 인가된 유효 전압을 줄이는 역할을 하며, 더우기 케소우드 영역에서 나타나는 전하 축적에 의한 전압강하 성분은 첫번째 장벽의 유효 장벽높이를 감소시켜 터널링 전류를 증

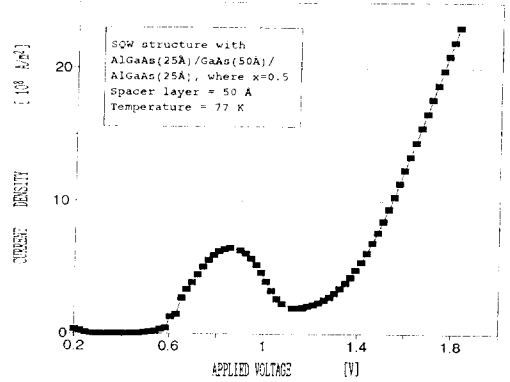


그림 5. 절대온도 77K에서 자기무모순법으로 계산한 단일양자 우물구조의 전류-전압 특성 곡선  
 Fig. 5. Current-voltage characteristics for the double barrier structure calculated by self-consistent method at 77K.

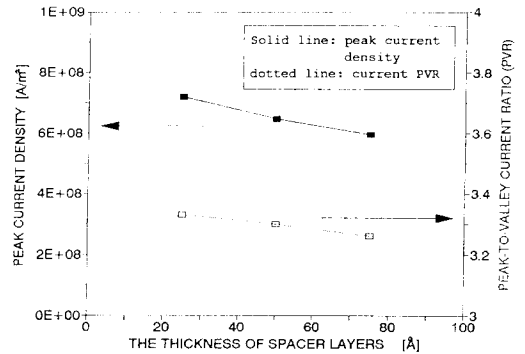


그림 6. 스페이서 층의 두께변화에 따른 피크전류 밀도 (J<sub>p</sub>)와 피크 대 밸리 전류비 (PVR)의 의존성  
 Fig. 6. Dependence of peak current density (j<sub>p</sub>) and peak-to-valley current ratio (PVR) on the thickness of spacer layers.

가시킨다. 이 효과는 고전압 영역에서 더욱 증가하여 밸리전압 이상에서 터널링 전류가 단조 증가하게 된다. 이것은 Esaki에 의해 제안된 평탄형 밴드 프로파일 상에서 구한 결과와 다르며, 실험 결과에 잘 부합되는 양상을 보여준다. 한편 스페이서 층의 두께 변화에 따른 피크 대 밸리 전류비(PVR)의 특성을 구하였다. 부성저항 소자의 응용을 위해 전달 전력 (delivery power)를 결정하는 피크 전류 밀도와 차

표 1. 스페이서 층의 두께변화에 따른 전류 PVR 특성

Table 1. Dependence of peak-to valley current ratio (PVR) on the thickness of spacer layers.

스페이서층 두께	25 Å	50 Å	75 Å
피크 전류( $J_p$ )	$7.2 \times 10^8 [A/m^2]$	$6.5 \times 10^8 [A/m^2]$	$5.97 \times 10^8 [A/m^2]$
$J_p$ 전압	0.79 [V]	0.86 [V]	0.95 [V]
밸리 전류( $J_v$ )	$2.16 \times 10^8 [A/m^2]$	$1.96 \times 10^8 [A/m^2]$	$1.83 \times 10^8 [A/m^2]$
$J_v$ 전압	1.05 [V]	1.15 [V]	1.24 [V]
전류 PVR	3.33	3.3	3.26

단 주파수(unit power gain cutoff frequency)를 결정하는 피크 대 밸리 전류비(PVR)의 평가가 필요하며, 그림6과 표1에 터널링 전류-전압 특성곡선으로부터 구한 결과를 나타내었다. 스페이서 층의 두께가 증가 할수록 스페이서 층에 인가된 전압이 높아지기 때문에 피크전류를 나타내는 전압은 증가하고, 반면에 피크전류는 감소 하게 된다. 전류 PVR은 약 3 정도였으며, 다른 이론적 평가법<sup>[11]</sup>에 비해 상당히 실험적 결과<sup>[12]</sup>에 가까운 결과를 얻을 수 있다.

IV. 결론

공명 터널링 전류-전압 특성을 자기무모순법을 이용하여 이론적으로 해석 하였다. 계산은 단일 양자 우물 구조에 대해 이루어졌으며, 자기무모순법으로 이중장벽 외곽 계면에서 전하의 축적과 공핍에 의한 밴드 구부러짐 효과를 고려하여 터널링 전류를 구하고, 스페이서 층의 효과를 평가 하였다. 그결과 자기무모순법으로 구한 전류-전압 곡선상에서는 단지 하나의 밸리와 피크와 함께, 외부 인가전압이 밸리전압 이상일때 전류가 단조 증가하는 실험적 결과와 유사한 양상을 얻을 수 있었으며, 계산된 피크 대 밸리 전류비(PVR)는 다른 이론적 평가법에 비해 확실히 실험적 결과에 근접 하였다.

參 考 文 獻

[1] T.C.L.G. Sollner, E.R.Brown, W.D.

Goodhue, and H.Q.Le, "Observation of millimeter-wave oscillations from resonant tunneling diodes and some theoretical considerations of ultimate frequency limits", *App.Phys.Lett.*, 50, p.332 (1987)

[2] J.S derstr m and T.G.Andersson, "A multiple-state memory cell based on the resonant tunneling diode", *IEEE-ED Lett.*, 9, p.200, (1988)

[3] A.C.Seabaugh, Y.C.Kao, and H.T. Yuan, "Nine-state resonant tunneling diode memory", *IEEE-ED Lett.*, 13, p. 479 (1992)

[4] R.Tsu and L.Esaki, "Tunneling in a finite superlattice", *Appl.Phys.Lett.*, 22, p.562(1973)

[5] M.J.Kelly, "Tunneling in quantum-well structures", *Electron Lett.*, 20, p.771 (1984)

[6] K.F.Brennan and C.J.Summers, "Theory of resonant tunneling in a variably spaced multiquantum well structure: an airy function approach", *J.Appl. Phys.*, 61, p.614(1986)

[7] H.Sakaki, T.Matsusue, and M.Tsuchiya, "Resonant tunneling in quantum heterostructures: electron transport, dynamics and device applications", *IEEE-QE*, 25, p.2498 (1989)

[8] J.Yosida, "Classical versus quantum mechanical calculation of the electron distribution at the n-AlGaAs/GaAs heterointerface", *IEEE-ED*, 33, p.154 (1986)

[9] T.Ando, "Self-consistent results for a GaAs/Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As heterojunction. I. Subband structure and light-scattering spectra", *J.Phys.Soc.Jpn.*, vol.51, p. 3893 (1982)

[10] H.Ohnishi, T.Inata, S.Muto, N.Yokoyama and A.Shibatomi, "Self-consistent analysis of resonant tunneling current", *Appl.Phys.Lett.*, vol.49, p.1248 (1986)

[11] M.O.Vassell, J.Lee, and H.F.Lockwood, "Multibarrier tunneling in Ga1-

xAlxAs/GaAs heterostructure". *J. Appl. Phys.*, 54, p.5206(1983)

- [12] J.Soderstrom and T.G.Andersson.  
"GaAs/AlGaAs resonant tunneling

diodes: The dependence of the peak-to-valley current ratio on barrier thickness and height". *Superlattices and microstructures*, 5, p.109(1989)

---

著者紹介

---

金成振(正會員)

1961年 1月 16日生. 1983年 2月 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1985年 2月 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988 ~ 90年 Michigan대 전기공학과 박사과정 수학. 1993年 8月 고려대학교 대학원 전기공학과 졸업(공박). 1993 ~ 94年 고려대 전기공학과 강사. 현재 경남대 전자공학과 전임강사. 주관심 분야는 반도체 소자 모델링 등임.

李尙勳(正會員)

1962年 2月 8日生. 1984年 2月 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1987年 8月 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987 ~ 91年 삼성전자 근무. 현재 한국전자통신연구소 광통신 연구실 연구원. 주관심 분야는 광통신 소자 및 시스템 설계 등임.

成英權(正會員)

1933年 1月 18日生. 1956年 일본 오사카대 공대 전기공학과 졸업. 1960年 동 대학원 전자물리학과 졸업(석사). 1965年 동 대학원 전자물리학과 졸업(공박). 1966 ~ 67年 한양대 공대 전기공학과 부교수. 현재 고려대 공대 전기공학과 교수. 주관심 분야는 반도체 소자 물성 및 프로세스 등임.