

GaAs/Al_xGa_{1-x}As 이차원 전자계 기반 양자소자의 Switching Noise 억제

오영현 · 서민기 · 정윤철*

부산대학교 물리학과, 부산 609-735

(2012년 3월 10일 받음, 2012년 5월 19일 수정, 2012년 5월 22일 확정)

GaAs/Al_xGa_{1-x}As 이차원 전자계는 양자점, QPC (quantum point contact), 전자 간섭계 등 다양한 형태의 양자구조 제작에 널리 사용된다. 하지만 일반적으로 GaAs 기반 양자소자는 극저온에서 소자의 전도도가 시간에 따라 변하거나 두 가지의 전도 상태 사이를 왔다 갔다 하는 random telegraph noise 때문에 소자의 동작 특성이 상당히 불안하다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 산소 플라즈마를 이용한 소자의 표면처리가 소자의 안정성에 미치는 영향을 연구하였다. 이를 통해 소자의 표면을 산소 플라즈마를 이용하여 50 W~120 W 사이의 출력으로 30 초간 처리한 후 HCl : H₂O (1 : 3) 용액을 이용하여 10초간 습식 식각한 경우 전도도의 안정성이 매우 향상됨을 알 수 있었다.

주제어 : 전도도 안정성, Quantum point contact, 양자소자, Random telegraph noise

I. 서 론

반도체에서 전자의 전도현상은 Drude 모델을 기반으로 한 통계역학적 모델을 이용하여 설명, 이해되어 왔다. 하지만 최근 반도체 기술의 발전에 따라 전자와 불순물 혹은 격자결함간의 충돌이 최소화된 이차원 전자계 시스템이 개발되었으며, 이러한 시스템에서는 전자의 전도가 운동량과 에너지가 보존된 상태에서 일어남에 따라, 전자의 전도현상을 양자역학적으로 설명할 수 있게 되었다. 이러한 기술적인 발전은 양자홀효과(quantum hall effect) [1,2], 탄성 전도(ballistic transport) [3,4] 등을 발견하는 배경이 되었다. 관련 연구 초기에는 Si/SiO₂ 계면에서 형성되는 이차원 전자계(2-dimensional electron gas; 2DEG)를 이용하여 주로 연구하였으나 전자 산란이 매우 작은 GaAs/Al_xGa_{1-x}As 기반 이차원 전자계가 개발됨에 따라 서서히 GaAs/Al_xGa_{1-x}As 기반의 반도체를 이용하게 되었다.

단일전자의 투과현상을 관측할 수 있는 양자점, 전도도의 양자화 현상을 관측할 수 있는 QPC 등 보다 복잡한 양자 전도현상 연구 등을 위해 GaAs/Al_xGa_{1-x}As 기반 이종접합구조(Heterostructure)를 광범위하게 이용하게 되었다. 또한 소자제작의 편의성 등의 이유로 이차원 전자계 표

면에 금속게이트를 증착하여 제작한 평면형 소자(lateral gated devices)들이 많이 연구되어 왔으며, 그중 대표적인 소자로서는 양자점 [5], QPC [6], 전자간섭계 [7], 복합양자소자 [8] 등이 있다. 이러한 평면형 양자소자들은 4.2 K 이하 낮은 극저온 영역에서 작동을 하며 극저온 영역에서의 전도도 특성은 상온에서와는 매우 다른 양상을 나타낸다. 하지만 저온 영역에서 평면형 소자들은 소자의 전도도가 시간에 따라 변하거나 두 가지의 전도 상태 사이를 왔다 갔다 하는 random telegraph noise (RTN)를 가지는 등 소자의 안정성이 매우 좋지 않다.

소자의 불안정성은 수직형 소자에는 [9] 나타나지 않으며 그 원인은 아직 확실하게 규명되지 않았다. 현재까지 보고된 바로는 게이트에서 2차원 전자계로 일어나는 전자 투과(tunneling)현상에 의해 유도된 노이즈 [10], 혹은 deep donor (DX-type) center에서 전자들이 트랩 되거나 트랩 상태에서 벗어나게 됨에 따라 전도도의 변화가 일어나는 현상 [11]이라는 실험적 보고가 있다. 이러한 문제점은 다른 형태의 양자구조 [12,13]에서는 관측되지 않는 현상이며 GaAs/Al_xGa_{1-x}As 이종접합구조를 이용하여 다양한 형태의 평면형 양자소자를 연구하기 위해 반드시 해결되어야 한다. 본 연구에서는 산소 플라즈마 표면 처리 조건에 따른

* [전자우편] ycchung@pusan.ac.kr

평면형 소자의 안정성 변화를 연구하였으며 이를 통해 최적의 표면 처리조건을 제시하였다.

II. 실험방법

GaAs/Al_xGa_{1-x}As 이중접합구조를 이용하여 전도도의 양자화 현상을 관측할 수 있는 QPC소자를 제작하였다. Fig. 1(a)에서 보는 바와 같이 여러 개의 QPC를 직렬로 제작하여 단일 QPC 소자 및 복수 QPC 소자의 안정성을 연구하고자 하였다. 소자의 제작에는 Al의 조성비가 0.36, spacer가 30 nm, 이차원 전자계의 깊이가 64 nm인 GaAs/Al_{0.36}Ga_{0.64}As 웨이퍼(wafer)를 사용하였다. 이때 4.2 K에서 측정된 운반자 농도는 $3.1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$, 이동도는 $2.3 \times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 였다. 소자의 개략적인 공정과 다음과 같다.

먼저 포토리소그래피 공정을 이용 전도채널 영역인 mesa를 형성한 후 mesa 위에 lift-off 공정으로 ohmic 접촉용 금속을 증착하였다. 양질의 ohmic 접촉을 형성시키기 위해 RTA (rapid thermal annealing) 공정을 이용하여 450도에서 1분간 열처리 하였다. 전자선 묘화공정 (e-beam lithography)을 이용하여 선폭이 1 μm 이하인 QPC 게이트를 제작한 후, 비교적 크기가 큰 접촉용 패드(contact pad) 등은 포토리소그래피 공정을 이용하여 제작하였다. Mesa 식각 공정은 Shipley사의 s1805 양각 포토 리지스트(positive photoresist)를 이용한 양각 포토리소그래피 공정을 이용한 반면, Ohmic 혹은 게이트 등의 금속 증착 공정은 lift-off process를 용이하게 하기 위하여 AZ electronic materials사의 AZ726 포토 리지스트를 이용 형상반전공정(image reversal process)을 사용하였다. QPC 소자는 Fig. 1(a)에서 보는 바와 같이 패턴의 폭이 수백 nm이므로 전자선묘화공정을 이용하여 제작하였다.

이를 위해 Jeol사의 JBX-6300FS e-beam writer를 이용하였으며 이때 전자빔의 가속전압은 100 KV로 하였다. 전자빔용 리지스트는 PMMA 5% 495K in anisole을 8,000 rpm으로 60초간 회전도포(spinn coating)하여 사용하였다. 전자의 가속전압이 높은 경우 전자가 웨이퍼 표면에 충돌할 때 격자결함을 유발하여 소자 불안정의 원인이 될 수도 있다. 본격적인 실험에 앞서 10 KV (SEM based e-beam writer 사용) 및 50 KV의 가속전압을 사용하였을 때도 100

KV 경우에서와 같이 여전히 소자의 불안정 상태가 관측되었으며 따라서 소자의 불안정성이 전자빔의 가속전압에 영향 받지 않음을 알 수 있었다.

소자의 전도도 측정은 액체헬륨을 이용하여 4.2 K에서 하였다. 소자 내에서 일어나는 양자역학적 전도 현상을 관측하기 위해서는 전자의 산란을 최소화할 필요가 있는데, 온도가 높은 경우 격자진동에 의해 발생하는 포논과 전자의 충돌이 빈번해져 전자의 에너지와 운동량이 변화하므로 양자역학적 전도 특성을 관측할 수 없다. 따라서 가능한 낮은 온도에서 실험을 하여야 한다. 실험에서는 Fig. 1(b)에서 보는 바와 같이 소스(source)에 일정한 전압을 인가한 후 QPC를 통해 흐르는 전류를 드레인(drain)에서 검출하여 전도도를 측정하였다. 양자소자의 전도도 측정을 위해

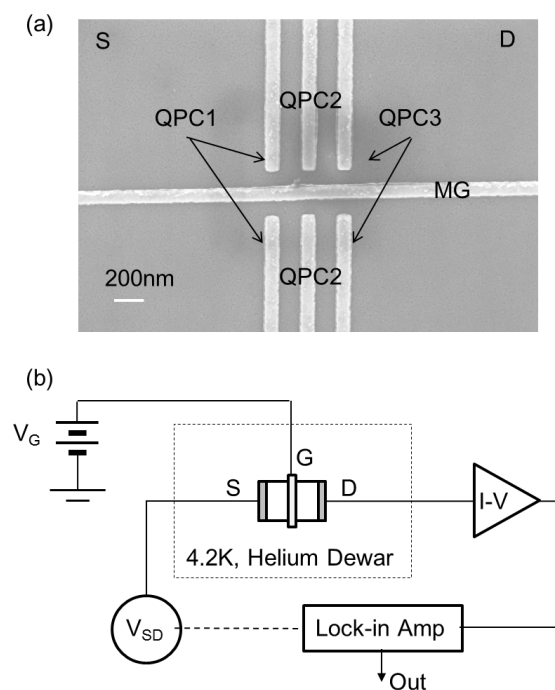


Figure 1. SEM picture of a quantum point contact (QPC) device and the schematic diagram of the conductance measurement system. (a) Metallic gates (light-grey region) of the device on top of a 2-dimensional electron gas (2DEG) wafer surface (dark-grey region). (b) The conductance measurement scheme for the device. The sample was dipped in a liquid helium dewar and the conventional lock-in measurement technique was used to achieve a good signal to noise ratio of the measurement.

서는 가급적 작은 전압을 이용하여야 한다. 예를 들면 양자화된 에너지 준위간의 간격이 $100 \mu\text{eV}$ 인 양자소자에 $100 \mu\text{V}$ 보다 큰 전압을 걸어 전류를 측정하게 되면 전류는 하나의 에너지 준위를 통해 흐르는 것이 아니라 걸어진 전압 내에 해당하는 모든 양자화 된 에너지 준위들을 통해 흐르므로 정확한 특성을 측정할 수 없다.

일반적으로 GaAs/AlGaAs 이차원 전자계를 이용하여 만들어진 QPC 내부 에너지 준위간의 간격은 대략 1 meV 이므로 실험에서는 에너지간격보다 훨씬 작은 $100 \mu\text{V}$ 의 전압을 걸어 전도도를 측정하였다. 일반적으로 QPC의 전도도는 전도채널이 하나인 경우 $2e^2/h$ (e 는 전하량, h 는 플랑크 상수)이므로 약 $25.8 \text{ K}\Omega$ 에 해당 한다. 따라서 $100 \mu\text{V}$ 의 전압을 걸어주었을 때 소자를 통해 흐르는 전류는 대략 수 nA에 불과하므로 잡음과 분리하여 신호를 측정하기 용이하지 않다. 따라서 실험에서는 신호 대 잡음비(signal to noise ratio)를 높이고자 소자에 AC 전압을 걸어진 후 Lock-In amplifier를 이용하여 걸어진 주파수에 동조된 전류 성분만을 측정하였다. 이때 사용한 AC 주파수는 970 Hz 였다.

III. 실험결과 및 고찰

지금까지 알려진 GaAs 기반 양자소자의 안정성을 증가시키는 유일한 방법은 소자의 온도를 저온(4.2K)으로 낮출 때 소자의 게이트에 양의 전압을 걸어 게이트 아래의 이차원 전자계 영역을 공핍(depletion)시키는 양전압냉각(positive bias cooling) 방법이다 [10]. 소자 표면처리에 따른 안정성을 연구하기에 앞서 본 실험에 사용된 소자가 동일한 방법으로 안정성이 향상되는지 실험하였다. Fig. 2는 소자의 냉각 시 게이트에 걸어주는 전압을 변화시키며 소자의 안정성을 측정한 결과이다. 소자의 안정성을 측정하기 위하여 QPC의 전도도가 대략 $0.5 \times 2e^2/h$ 가 되게 게이트의 전압을 고정한 후 시간에 따른 소자의 전도도 변화를 관측하였다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 소자 냉각 시 게이트에 걸어주는 냉각전압 V_c 를 0 V 로 하여 냉각 하였을 때 소자의 전도도가 시간에 따라 매우 크게 요동함을 알 수 있다. 소자를 냉각전압을 증가시키면 Fig. 2에서 보는 바와 같이 시간에 따른 전도도의 안정성이 향상되는 것을 알 수 있으며 본

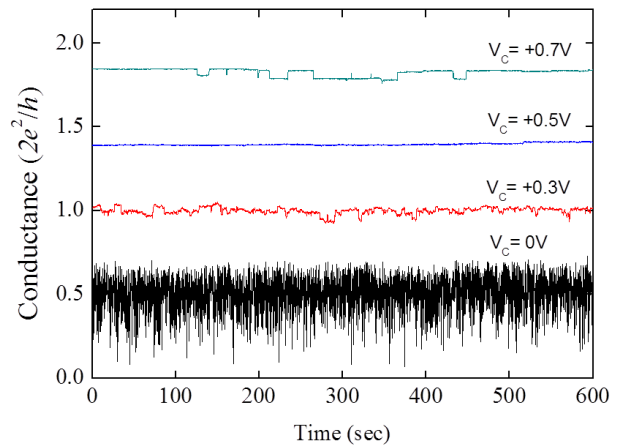


Figure 2. The stability of the conductance measured at a fixed transmission of a QPC for the devices cooled down with different positive gate voltages. The middle gate (MG) voltage was set to $+0.5 \text{ V}$ for the measurements. The device was cooled down with 0 V , $+0.3 \text{ V}$, $+0.5 \text{ V}$, $+0.7 \text{ V}$ (from bottom to top). The traces were shifted by $0.5 \times 2e^2/h$ for clarity.

실험에서 사용한 소자의 경우 냉각전압이 $+0.5 \text{ V}$ 에서 가장 안정적임을 알 수 있었다. 이러한 실험 결과는 양의 냉각전압을 게이트에 가하면서 냉각할 경우 소자의 전도도 안정성이 향상된다고 앞서 보고된 실험 결과와 잘 일치한다 [10].

하지만 이렇게 양의 냉각전압을 게이트에 가하면서 소자를 냉각할 경우 게이트 아래의 이차원 전자계는 완전히 공핍되어서 게이트에 양의 전압을 걸어주지 않으면 전류가 흐르지 않게 된다. 이를 확인하기 위하여 Fig. 1에서 보는 바와 같이 실험에 사용된 소자는 일반적인 QPC 게이트 사이에 추가적인 게이트 MG를 설치하여 전류들이 반드시 게이트 밑으로 지나가게 하였다. 이렇게 제작된 소자를 양전압 냉각법으로 냉각시킨 후 MG와 QPC 게이트의 전압을 전부 0 V 로 걸어진 결과 소자를 통하여 전류가 전혀 흐르지 않음을 확인할 수 있었다. 소자에 전류를 흘리기 위해서는 MG게이트에 소자의 냉각 시 걸어진 양의 전압보다 큰 전압을 걸어야 하였다. 예를 들면 $+0.5 \text{ V}$ 의 전압으로 소자를 냉각시킨 경우 MG 게이트에 $+0.5 \text{ V}$ 이상의 전압을 걸어진 경우에 양호한 전도도 양자화 현상이 관측되었다. 일반적으로 게이트는 쇼트키 장벽(schottky barrier)으로 이루어져 있다. 따라서 게이트의 전압이 역방향으로 걸리는 경우에는 이차원 전자계로의 누설전류(leakage cur-

rent)가 거의 없지만 순방향으로 걸리는 경우에는 문턱 전압 이상에서 무시할 수 없는 전류가 누설된다. 웨이퍼의 특성에 따라 문턱전압 값이 결정되어 지는데 일반적으로 이차원 전자계의 깊이가 약 100 nm 정도인 GaAs/AlGaAs 웨이퍼의 경우 문턱전압이 대략 +0.3 V ~ +1.0 V 사이이다. 따라서 웨이퍼의 문턱전압이 낮고 냉각시 전도도의 안정화를 위해 걸어주어야 하는 양의 전압이 문턱전압 보다 클 경우에는 과도한 누설전류로 인하여 소자의 사용이 불가능해진다. 따라서 양전압 냉각법은 특수한 경우의 소자만 안정화시킬 수 있다.

본 실험에서는 이러한 문제점을 극복하고자 시료의 표면 상태를 변화시켜 양전압 냉각방법을 사용하지 않고서도 시료를 안정화시킬 수 있는 방법을 연구하였다. 실험에서 사용한 GaAs/Al_xGa_{1-x}As 기반 이차원 전자계는 표면의 산화를 방지하기 위하여 일반적으로 기판의 표면이 약 10 nm 내외의 GaAs 보호층(cap layer)으로 이루어져 있다. GaAs의 경우 산소에 의해 급격히 산화되지는 않지만 공기 중에 장시간 노출될 경우 웨이퍼(wafer) 표면에 얇은 자연 산화막(native oxide)을 형성한다. 본 연구에서는 이렇게 형성된 자연 산화막을 두 가지 방법으로 제거한 후 시료의 안정성을 측정하여 최상의 안정성을 가질 수 있는 표면 처리 방법을 연구하였다. 첫 번째 방법은 제작된 시료의 표면을 단순히 HCl : H₂O (1 : 3) 용액을 이용하여 자연 산화막을 식각한 후 전도도의 안정성을 측정하였다. 이때 식각 시간을 각각 10초, 20초 그리고 30초로 변화시켰다. 식각에 사용된 HCl : H₂O (1 : 3) 용액은 GaAs 층은 거의 식각하지 않는 반면 자연 산화막만을 선택적으로 식각한다. 이렇게 표면 처리된 시료의 전도도 안정성을 측정한 결과 식각 시간과는 무관하게 전도도의 안정성이 표면처리하지 않은 소자와 비교하여 전혀 향상되지 않음을 알 수 있었다. 이를 통해 자연 산화막의 단순 제거는 전도도 안정성에 전혀 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

두 번째 방법은 시료의 표면을 조금 더 많이 식각하기 위하여 산소 플라즈마 클리닝(cleaning) 방법을 이용하여 시료의 표면을 클리닝 및 산화 처리한 후 생성된 산화막을 제거하는 방법을 사용하였다. 이 방법의 장점은 시료표면에 혹시 존재할지 모르는 유기물 및 불순물을 플라즈마 클리닝을 통해 제거할 수 있고 또한 산소 플라즈마를 이용하여 시료표면의 산화막 두께를 증가시킴으로 인하여 플라즈마 처리 후 HCl : H₂O (1 : 3) 용액을 이용하여 산화막을 제거

할 경우 식각의 깊이를 증가시킬 수 있다. 시료는 O₂ 플라즈마를 이용하여 시료의 표면을 30초간 클리닝 후 HCl : H₂O (1 : 3) 용액을 이용하여 10초간 습식 식각하였다. 이때 플라즈마 클리닝은 520 mTorr의 산소 분압을 유지하며 플라즈마 출력(power)을 30 W, 60 W, 90 W, 120 W, 150 W로 변화시켰다. 플라즈마 처리 전 후의 전도도 안정성을 비교한 결과 플라즈마 처리 후의 안정성이 현격하게 향상되었음을 알 수 있었으며 90 W로 처리한 경우 최적의 안정성을 가지는 것으로 나타났다. Fig. 3은 90 W로 플라즈마 클리닝 처리한 소자와 아무런 처리를 하지 않은 시료의 안정성을 비교한 그림이다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 아무런 처리를 하지 않은 소자의 경우 전도도가 시간에 따라 심하게 요동함을 알 수 있으며, 90 W로 플라즈마 식각 처리할 경우 최적의 안정도를 얻을 수 있었다. 하지만 플라즈마의 출력을 120 W, 150 W로 증가시킬 경우 안정도가 다시 나빠짐을 관측할 수 있었다. 같은 구조를 가지는 다른 GaAs/AlGaAs 웨이퍼로 제작된 소자의 경우 적절한 플라즈마 출력을 달랐으며, 대략 50 W~120 W 사이의 플라즈마 출력을 사용하였을 때 가장 안정적인 전도도가 얻어짐을 알 수 있었다. Fig. 3의 결과는 MG 게이트의 전압을 0 V로 고정시킨 후 측정된 결과이다. 양의 전압으로 냉각시킨 시료와는 달리 게이트 밑의 이차원 전자계가 공핍되어 있지 않기 때문에 게이트에 양의 전압을 걸어주지 않더라도 전류가 양호하게 전도됨을 알 수 있었다.

Fig. 4는 소자의 전도도 특성을 표면처리 전후에 측정하

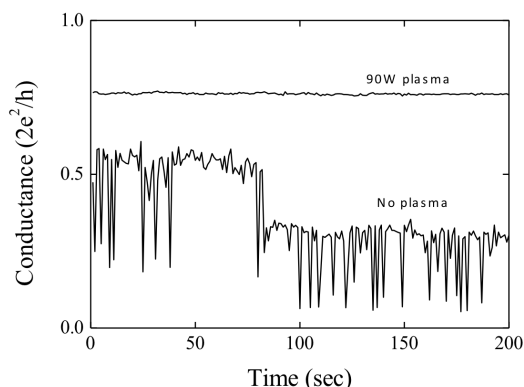


Figure 3. The time dependence of the conductance traces measured for the different surface treatment conditions were shown. The bottom trace was shifted by $0.3 \times 2e^2/h$ for clarity.

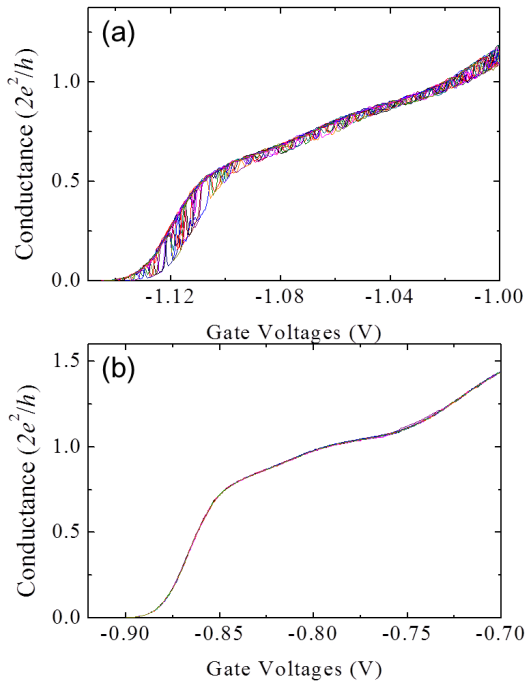


Figure 4. The conductance quantization measured for a device (a) without and (b) with the surface treatment. The conductance were measured for 20 times and plotted for both devices.

여 비교한 결과이다. 전도도의 양자화를 측정하기 위하여 QPC 게이트의 전압을 변화시키며 소자의 전도도를 측정하였다. 이때 소자의 전도도 안정성을 측정하기 위하여 20회 반복 측정하였다. Fig. 4(a)는 아무런 표면처리를 하지 않은 소자의 전도도 측정 결과이다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 전도도의 양자화를 관측할 수 있지만 전도도의 값이 동일한 QPC 게이트 전압에 대해서 두 가지 값을 가지는 전형적인 random telegraph noise (RTN)의 발생을 보여준다. 반면 90 W로 플라즈마 표면 처리한 소자의 경우 20회 반복 측정하였을 경우 Fig. 4(b)에서와 같이 동일한 QPC 게이트 전압에서 항상 일정한 전도도를 가지는 것을 알 수 있다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 표면 처리를 하지 않은 경우의 소자의 닫힘전압(pinch-off voltage)은 -1.13 V, 표면 처리한 소자의 닫힘전압은 -0.9 V로 표면 처리된 소자의 닫힘전압이 낮음을 알 수 있다. 이는 표면처리에 의해 이차원 전자계의 GaAs 보호층이 얇아지게 됨에 따라 이차원 전자계의 전자농도가 낮아짐으로 인해 나타나는 현상이다.

IV. 결 론

GaAs/Al_xGa_{1-x}As 이차원 전자계 기반 양자소자의 전도도를 안정화 시킬 수 있는 방법을 연구하였다. 제작된 소자의 표면을 산소 플라즈마를 이용하여 90 W 출력으로 30초간 처리한 후 HCl : H₂O (1 : 3) 용액을 이용하여 10초간 습식 식각한 경우 전도도의 안정성이 매우 향상됨을 알 수 있었다. 같은 구조를 가지는 다른 GaAs/AlGaAs 웨이퍼로 제작된 소자의 경우 적절한 플라즈마 출력은 달랐으며, 대략 50 W~120 W 사이의 출력을 사용하였을 때 가장 안정적인 전도도가 얻어짐을 알 수 있었다. 산소 플라즈마를 이용하여 표면을 처리할 경우 웨이퍼 표면에 수 nm 이상의 산화막이 형성된다. 이를 HCl : H₂O (1 : 3) 용액을 이용하여 식각할 경우 자연 산화막을 단순 식각하는 경우보다 산화막의 깊이가 깊어진다. 따라서 실험에서 제시한 방법보다 효과적으로 웨이퍼 표면의 불순물 및 불필요한 표면 상태 제거한다. 따라서 본 연구에서 제시한 방법이 단순한 자연산화막 제거 방법 보다 효과적으로 소자의 안정성을 향상시키는 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- [1] K. von Klitzing, G. Dorda, and M. Pepper, *Phys. Rev. Lett.* **45**, 494 (1980).
- [2] D. C. Tsui, H. L. Störmer, and A. C. Gossard, *Phys. Rev. Lett.* **48**, 1559 (1982).
- [3] M. Heiblum, M. I. Nathan, D. C. Thomas, and C. M. Knoedler, *Phys. Rev. Lett.* **55**, 2200 (1985).
- [4] M. Heiblum, K. Seo, H. P. Meier, and T. W. Hickmott, *Phys. Rev. Lett.* **60**, 828 (1988).
- [5] U. Meirav, M. A. Kastner, and S. J. Wind, *Phys. Rev. Lett.* **65**, 771 (1990).
- [6] B. J. van Wees, H. van Houten, C. W. J. Beenakker,

- J. G. Williamson, L. P. Kouwenhoven, D. van der Marel, and C. T. Foxon, *Phys. Rev. Lett.* **60**, 848 (1988).
- [7] A. Yacoby, R. Schuster, and M. Heiblum, *Phys. Rev. B* **53**, 9583 (1996).
- [8] D. I. Chang, G. L. Khym, K. C. Kang, Y. C. Chung, H. J. Lee, M. k. Seo, M. Heiblum, D. Mahalu, and V. Umansky, *Nature Physics* **4**, 205 (2008).
- [9] L. P. Kouwenhoven, T. H. Oosterkamp, M. W. S. Danoesastro, M. Eto, D. G. Austing, T. Honda, and S. Tarucha, *Science* **278**, 1788 (1997).
- [10] M. Pioro-Ladrière, J. H. Davies, A. R. Long, A. S. Sachrajda, L. Gaudreau, P. Zawadzki, J. Lapointe, J. Gupta, Z. Wasilewski, and S. Studenikin, *Phys. Rev. B* **72**, 115331 (2005).
- [11] J. Müller, Y. Li, S. von Molnár, Y. Ohno, and H. Ohno, *Phys. Rev. B* **74**, 125310 (2006).
- [12] J. S. Cho, S. -H. Kim, S. -J. Hwangboe, J. -H. Jannng, H. -K. Choi, and M. -H. Jeon, *J. Korean Vacuum Soc.* **18**, 352 (2009).
- [13] J. -H. Kim, I. -S. Kim, and I. -H. Bae, *J. Korean Vacuum Soc.* **19**, 353 (2010).

Suppression of Switching Noise in a Quantum Device Based on GaAs/Al_xGa_{1-x}As Two Dimensional Electron Gas System

Y. Oh, M. Seo, and Y. Chung*

Department of Physics, Pusan National University, Busan 609-735

(Received March 10, 2012, Revised May 19, 2012, Accepted May 22, 2012)

The two dimensional electron gas system based on GaAs/Al_xGa_{1-x}As heterostructure is widely used for fabricating quantum structures such as quantum dot, quantum point contact, electron interferometer and so on. However the conductance of the device is usually unstable due to the presence of random telegraph noise in the device. To overcome such problem, we have studied the effect of surface state on the stability of the device by altering the surface state of the device with oxygen plasma. The dramatic improvement of the device stability has been observed after cleaning the device surface with oxygen plasma (by 50 W ~ 120 W plasma power) for 30 sec followed by etching in HCl : H₂O (1 : 3) solution.

Keywords : Conductance stability, Quantum point contact, Quantum device, Random telegraph noise

* [E-mail] ycchung@pusan.ac.kr