

습식세정에 따른 GaAs표면 결합상태의 연구

강민구 · 박형호 · 서경수* · 이종람** · 강동규***

연세대학교 세라믹공학과

*한국전자통신연구소 반도체연구단

**포항공과대학 재료공학과

*** (주)아펙스 엔지니어링 사업부

Bonding Characteristics of GaAs Surface after Wet Cleaning

Min-Gu Kang, Hyung-Ho Park, Kyung-Soo Suh*, Jong-Lam Lee** and Dong-Gyu Kang***

Dept. of Ceramic Eng., Yonsei University

**Semiconductor Technology Division, ETRI*

***Dept. of Material Sci. and Eng., Pohang University*

****Eng. Division, APEX*

초 록 본 연구에서는 GaAs 소자제작 및 epi-layer 성장 공정에 있어 이용되어지는 HCl, H₃PO₄, 탈이온수(de-ionized water:DIW)를 통한 습식세정이 GaAs 표면조성 및 결합상태에 미치는 효과를 처리후 표면상태 변화의 비교를 통하여 관찰하였다. 습식세정후 공기중 노출에 따른 오염을 최소화하여 표면상태 변화를 진성적(intrinsic)으로 관찰하고자 모든 세정처리를 아르곤 가스(argon gas)로 분위기가 유지되는 glove box에서 수행하였으며, 표면조성 및 결합상태 변화에 대한 관찰은 X-선 광전자 분광기(X-ray photoelectron spectroscopy)를 통해 이루어졌다. 고진공하에서 GaAs를 벽개하여 관찰함으로써 식각후 결합상태 변화의 기준을 확립할 수 있었으며 대기중 노출에 따른 표면 결합상태의 변화를 관찰함으로써 Ga이 대기중 산소이온과 우선적으로 결합함을 알 수 있었고, 이런 GaAs 표면의 반응성에 대한 고찰을 바탕으로 습식세정에 따른 화학반응 기구가 제시 되어졌다. HCl 및 H₃PO₄/DIW/HCl 처리후 Cl⁻ 이온의 Ga이온과의 반응에 의한 Ga-Cl 결합의 형성과 As 산화물의 높은 용해도에 따른 As 산화물의 완전한 제거 및 식각전 초기(bare) GaAs 표면에 존재하는 원소(elemental) As 상태의 식각후 잔류가 관찰되어졌다. 또 HCl, H₃PO₄/DIW/HCl 처리하고 DIW로 세척후 표면상태 변화를 관찰한 결과, DIW처리에 의해 elemental As 상태가 증가함을 알 수 있었다.

Abstract Wet cleaning process is an elemental process for the production of GaAs device, especially for the preparation of epi-layer on GaAs substrate. In this study, the effects of wet cleaning process using HCl, H₃PO₄, and de-ionized water(DIW) on the composition and chemical bonding of GaAs surface were characterized. The whole sample treatments were carried out in a glove box system of controlled atmosphere with argon to minimize the undesirable contamination from air after the wet cleaning. This could lead to investigate the intrinsic effect of cleaning. X-ray photoelectron spectroscopy(XPS) was used to investigate the composition and chemical bonding states of the wet cleaned surface. The fresh surface of GaAs was obtained by cleaving the GaAs wafer in an ultra high vacuumed XPS chamber and the observed chemical state was used as a reference state in this experiment. Through the exposure of clean GaAs surface to air, preferential reaction between gallium and oxygen was observed. And this preferential reaction capability could explain the surface chemical reaction during the chemical wet cleaning. After HCl or H₃PO₄/DIW/HCl treatments, the bond formation between gallium and chlorine, complete removal of arsenic oxides, and elemental arsenic which presented at the initial stage of GaAs, were observed. And additional DIW rinsing after the above treatments induced the increase of elemental arsenic.

1. 서 론

GaAs 소자제작 공정 중 표면에 생성되는 자연산화막(native oxide)은 GaAs 소자의 신뢰성과 전기적 성질에 지대한 영향을 미치게 되어 이의 생성 및 제어와 관련한 많은 연구가 수행되어 왔다¹⁻⁵⁾. 일반적으로 GaAs 표면의 산화막은 GaAs 표면의 공기중 노출로 인한 형성 이외에도 소자제작을 위한 습식세정 공정(chemical wet cleaning process)의 용매와 세척에 사용되는 탈이온수(de-ionized water: DIW)에 용해되어 있는 용전산소에 의해 형성되는 것으로 보고되어지고 있다^{6,7)}. 이런 자연산화막의 형성으로 인하여 표면에 생성되는 원소 상태(elemental state)의 As, 그리고 불균일한 산화막 상태는 페르미 준위고정(Fermi level pinning), 높은 표면상태 밀도(high surface state density) 등 GaAs 소자제작의 가장 큰 문제점들을 야기시키는 것으로 알려져 있다^{8,9)}. 또 산화막의 문제점은 GaAs 기판 위에 형성되는 epi-layer의 질을 좌우하는 중요한 역할을 하기 때문에 epi-layer형성전, 산화막 제거를 위한 다양한 표면처리가 시도되어져 왔다¹⁰⁾. GaAs의 경우, 산화막 제거를 위하여 수소 라디칼 이온 식각(hydrogen radical ion etching), 플라즈마(plasma)식각 등과 같은 기상(gas phase)을 이용한 건식식각(dry etching)과 화학용액(chemical solution)을 이용한 습식식각(wet etching)의 세정공정이 시도되어져 왔다. 하지만 건식식각으로의 표면 처리는 외부조건에 민감한 GaAs의 표면을 활성화시켜 산화막 제거 외에 많은 결함(defect)을 형성시키게 된다. 이런 결함은 전하 포획 중심(charge trap center), 높은 표면상태 밀도(high surface state density), 비방사 재결합 중심(nonradiative recombination center) 및 전자 산란 중심(electron scattering center)으로 작용하여 소자의 성능을 크게 저하시킨다¹¹⁻¹⁴⁾. 반면, 습식식각공정을 통한 표면 처리는 건식식각공정에 비해 비에너지 공정이므로 표면 결함을 최소화시킬 수 있어 H₂SO₄, HCl, H₃PO₄ 등 다양한 습식세정액 및 다양한 습식세정공정에 의한 표면처리 연구가 활발히 이루어지고 있다^{15,16)}. 실제로 GaAs 소자제작 및 epi-layer 성장에 있어 습식세정을 통한 표

면처리가 수행되고 있으며 대부분 습식세정공정에 있어 HCl로의 표면처리공정이 포함되어 수행되어진다. 이는 H₃PO₄, H₂SO₄ 등을 이용한 표면처리로는 Ga 및 As 산화물의 완전한 제거를 기대할 수 없기 때문이다¹⁶⁾. 따라서 일반적으로 습식세정공정은, H₃PO₄, H₂SO₄ 등 비교적 약한 산으로의 세정과 HCl을 사용한 최종 세정으로 구성되어진다. 하지만 HCl처리에 의한 산화물의 제거효과와 표면상태에 대해서는 연구가 미흡한 형편이다. 또 대기중에서의 습식세정시, 외부 조건에 민감한 GaAs는 세정후 대기노출로 대기중 오염물질에 의해 빠르게 오염되어 대기중 노출시간 등에 따라 각기 상이한 결과들이 보고 되어져 있으며 습식세정후 정확한 표면상태의 관찰이 이루어지고 있지 못한 실정이다.

본 연구에서는 신뢰성 있는 기준을 확립하기 위하여 고진공 상태에서 GaAs (100)벽개면을 관찰하였으며, 이를 공기중 노출시킴으로써 GaAs와 오염 이온과의 반응성을 살펴 보았고, 이를 바탕으로 습식세정후 GaAs와 식각물질과의 반응 및 표면상태의 변화를 관찰하였다. 습식세정은 대기중 오염을 최소화시키기 위하여 argon gas로 분위기가 유지되는 glove box에서 수행하였으며, 습식세정공정의 단계별 관찰 및 비교를 통하여 습식세정액 및 DIW를 사용한 세척효과를 진성적(intrinsic)으로 살펴볼 수 있었다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용된 시편은 undoped GaAs (100) 웨이퍼(wafer)였다. 각 처리에 따른 조성과 결함상태의 변화를 보기 위하여 오염물

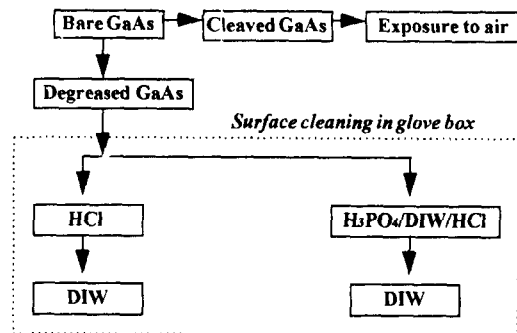


Fig. 1. Flow of experiment

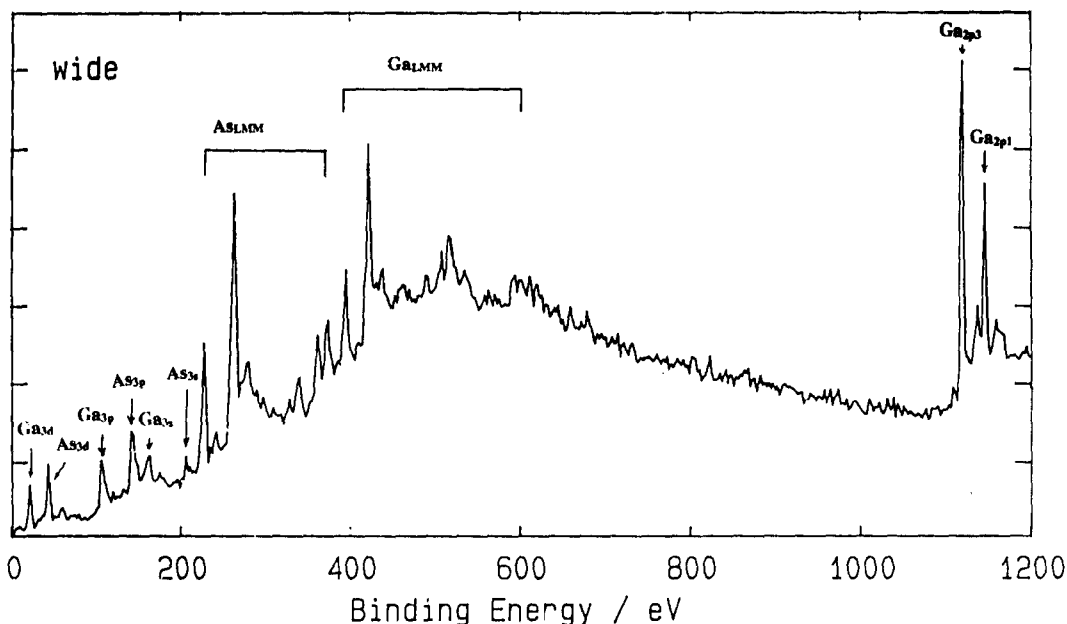


Fig. 2. Wide scan survey of cleaved GaAs

질이 전혀 없고 Ga과 As의 화학 양론적 비가 1:1인 GaAs 청정면(fresh surface)을 고진공의 챔버내에서 GaAs 웨이퍼를 벽개하여 얻을 수 있었다. 이런 GaAs를 일정 습도 상태로 공기 분위기가 유지되는 데시케이터(desiccator)에 보관하여 공기 노출에 따른 자연산화막의 성장을 살펴보았다. 습식세정전 GaAs의 상태를 관찰하여 습식세정후 표면상태의 변화를 관찰하였고, 습식세정 효과의 진성적(intrinsic)관찰을 위하여 대기중 오염물질을 최소화시킨 argon gas로 유지되는 glove box에서 다음과 같은 표면처리를 수행하였다. 먼저, GaAs 웨이퍼를 끓는 아세톤(acetone)에 10분간 담그고 메탄올(methanol)에 상온에서 5분간 담근 후 탈이온수(de-ionized water: DIW)로 세척하여 유기물질을 제거하였다. 그런 후 HCl, HCl/DIW, H₃PO₄/DIW/HCl, H₃PO₄/DIW/HCl/DIW의 세정공정을 거친 각각의 시료의 표면상태를 비교, 관찰하였다. 이런 여러가지 실험에 대한 개략도를 Fig. 1에 나타내었다.

각 습식세정공정 과정에서의 시료의 표면 조성 및 화학적 결합상태 분석을 VG Scientific사의 ESCALAB 200R X-선 광전자 분광기(X-ray photoelectron spectroscopy: XPS)로 수행하였다. 에너지원으로는 250W의 Al *ka*

(1486.5 eV) 방사선(radiation)을 사용하였으며, 표면의 원소분석을 위한 wide scan survey는 100 eV의 Pass energy(E_p)로, 그리고 검출 원소의 조성 및 화학적 결합상태 분석을 위한 narrow scan survey는 $E_p=20$ eV로 수행하였다. 극표면에서의 상태 관찰을 위하여 시료표면과 검출기가 이루는 각인 광전자의 이륙각(take-off angle)을 15°로 하여 모든 분석을 수행하였다. Glove box에서 제작된 시료의 X-선 광전자 분광기로의 투입에는 대기 노출에 따른 오염을 없애기 위하여 분위기를 보존할 수 있도록 시료전송 시스템을 제작, 사용하였다. 본 시료전송 시스템은 aluminum을 사용, box의 형태로 제작하였으며 시료의 장입을 위하여 열린 한면을 aluminum foil과 foil window 고정을 위한 box cover를 부착, 대기중 노출시 공기와의 접촉을 차단하였다. 또한 시료분석을 위해 시료 투입구에 시스템을 장입 후 진공처리시 box내부와 외부와의 압력차이에 의해 aluminum foil이 팽창, box cover에 부착된 pin에 의하여 foil이 파손되어 box 내부의 진공처리가 가능하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

고진공하의 XPS 챔버내에서 GaAs (100) 벽개면을 얻은 후 바로 XPS로 분석한 결과

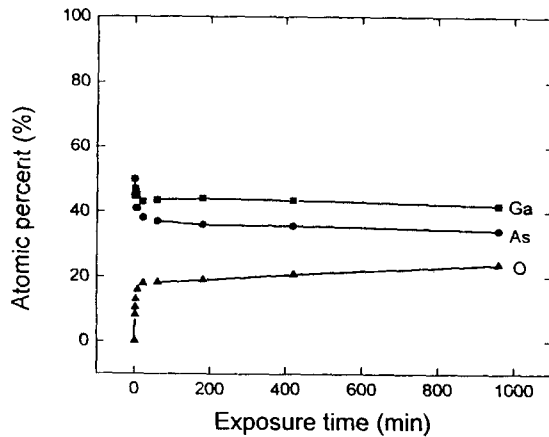


Fig. 3. Compositional variation of cleaved GaAs according to air exposure time

Fig. 2에서와 같이 탄소나 산소와 같은 오염 물질이 전혀 없는, Ga과 As으로만 이루어진 청정면의 상태임을 알 수 있다. 여기서 얻어진 Ga 2p3 피이크(peak)와 As 3d 피이크는 이후 여러가지 처리에 따른 Ga-O, Ga-Cl, As-O, As-As과 같은 결합상태를 유추해 낼 수 있는 Ga-As결합의 기준값으로의 피이크 결합에너지(binding energy= E_b)와 반치폭(full width at half maximum:FWHM)의 값을 제공해 주었다. 그 값은 Ga-As의 결합에서 Ga 2p3는 $E_b=1117.8$ eV, FWHM=1.48 eV이었고 As 3d는 $E_b=41.3$ eV, FWHM=1.65 eV이었다. GaAs (100) 벽개면 상태는 약간의 표면 원자의 재배열이 발생되지만 Ga과 As의 조성비가 1:1로 유지되기 때문에¹⁵⁾ 다음 실험에서 발생하는 조성변화를 관찰하는데 있어 정량관계의 기준이 될 수 있는 원자감도인자(atomic sensitivity factor:ASF)를 계산할 수 있었다.

GaAs 표면은 이중 원소로 이루어진 상태로 각각의 성분이 외부 조건에 다른 반응성을 가지게 된다. 표면성분의 반응성을 살펴보기 위하여 GaAs (100) 벽개면을 대기중에 노출시킴으로써 대기중 산소와의 반응성을 살펴보았다. Fig. 3은 대기중 노출에 따른 조성 변화를 관찰한 것이다. 노출후 표면은 산소량이 크게 증가하였으며, 22분이 지나서 산소량은 서서히 포화되는 경향을 나타내었다. 이는 벽개된 표면이 많은 비결합손(dangling bond)에 의해 높은 표면에너지를 가지고 있는 상태이어서,

대기중 산소와 결합함으로써 표면에너지를 낮추려는 경향이 있기 때문이다. 한편, 노출후 표면은 Ga과 As의 비가 1보다 큰 Ga-rich 상태로 되었으며, 지속적인 공기 노출후에도 이 상태는 유지되었다. Fig. 4는 공기중 노출에 따른 표면의 결합상태 변화를 나타낸 것이다. 노출후 22분까지는 흡착된 산소와 Ga과의 결합이 주로 생성되어 Ga-O, elemental Ga 결합을 유도, Ga rich상태가 되었으며[Fig. 4(b)], 이후 노출시 As-O, Ga-O 결합상태가 동시에 증가함으로 일정양의 Ga rich상태가 계속 유지되었다[Fig. 4(c), (d) 및 Fig. 3 참조]. 초기에 산소의 우선적인 Ga과의 결합은 Ga-As 결합의 부분적 이온성으로 설명될 수 있다. GaAs 결정구조는 zincblende구조로써 Ga과 As의 결합은 sp^3 혼성 오비탈(hybridized orbital)에 의한 공유결합을 형성한다. 단원자로 이루어진 sp^3 혼성 오비탈에 의한 결합은 강한 공유 결합을 띠게 되지만, 전기음성도가 다른 두 원자에 의한 sp^3 결합상태는 전자 친화도에 따른 전자의 치우침에 의하여 부분적 이온성 결합상태가 된다. GaAs의 이온성 분율(fractional ionic character)은 0.31이고 공유성 분율은 0.69이다¹⁷⁾. 따라서 표면의 Ga은 As에 비하여 약하게 양전하(positive charge)를 띠게 되고 As은 상대적으로 음전하(negative charge)를 띠게 된다. GaAs표면의 부분적 이온성으로 표면에 화학흡착(chemisorption)되는 음이온인 산소는 먼저 Ga-O 결합을 이루게 되는 것이다. Fig. 4에 살펴본 바와 같이 Ga과 산소와의 우선적인 빠른 결합으로 생성된 Ga 산화막으로 인하여 노출 초기에 표면은 Ga-rich 상태가 됨을 Fig. 3에서 볼 수 있으며 이러한 Ga-rich 상태는 노출후 22분 지난 후 얻어지는 peak의 peak fitting 결과에서 관찰되는 As-O결합의 생성 및 지속적인 Ga-O 및 부분적 elemental Ga 결합의 생성으로 인하여 계속 유지됨을 알 수 있다[Fig.4(c), (d)]. Fig. 4에서 노출후 As-Ga에 해당하는 As 3d peak의 FWHM의 값의 변화를 관찰한 결과, 벽개면에서의 FWHM=1.65 eV로부터 노출후 FWHM=2.3 eV까지 증가하는 것이 관찰되었으며, 이는 Ga-O 결합으로 Ga-As 결합상태가 깨어지고 이로부터 생성된 As이 As-As 결합 형태를 나타내는 것으로 사려되어진다. 이

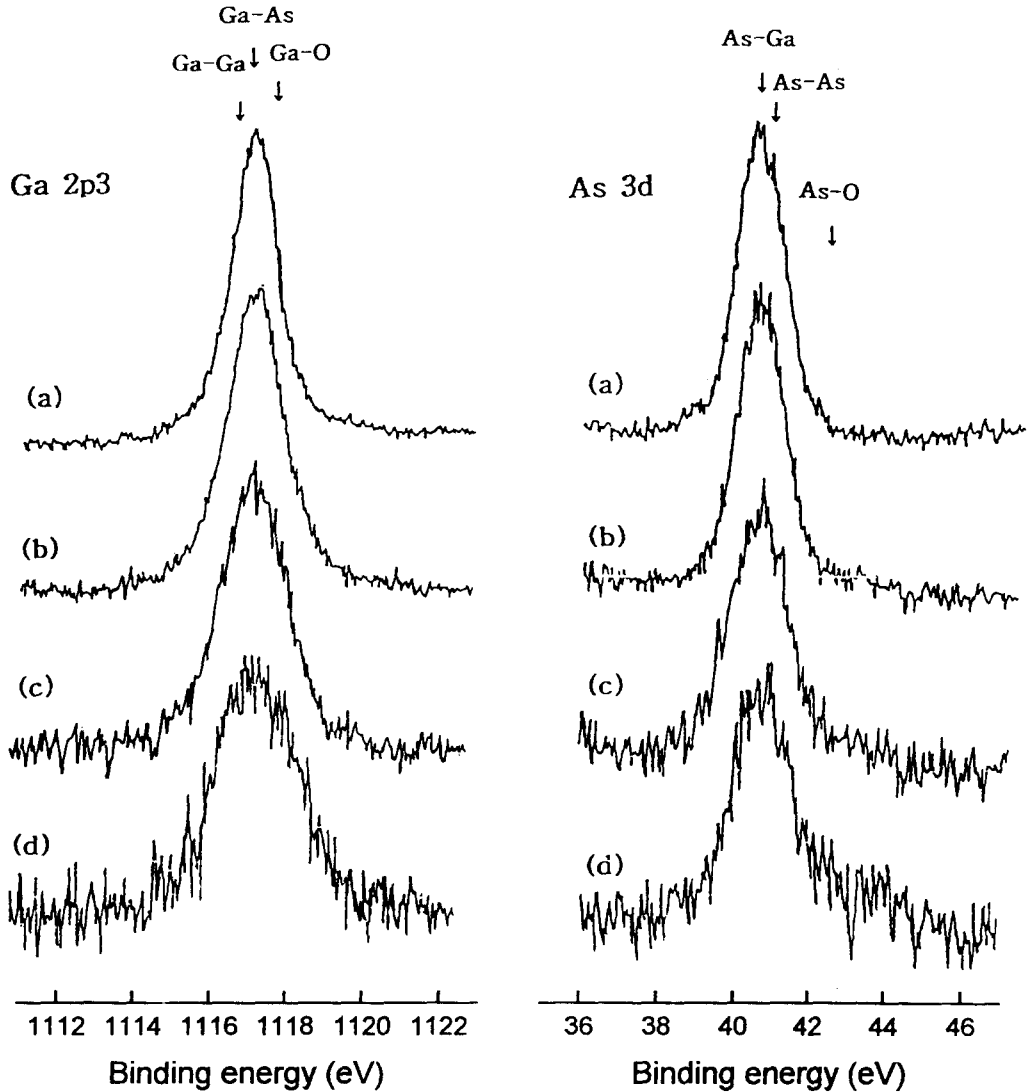


Fig. 4. Ga 2p3 and As 3d photoelectron spectra of cleaved GaAs according to air exposure time: (a) as-received, (b) 22min, (c) 1 hr, and (d) 6 hr

elemental As pick 위치는 As-Ga 결합에 비해 0.5~06 eV 높은 결합에너지에서 나타난다고 보고되어지고 있다¹⁶⁾.

GaAs 표면상태의 변화를 연구하기 위하여 장시간 대기중 노출에 의해 표면 자연산화막 성장이 멈춘, 여러 가지 세정처리 전 bare GaAs의 상태를 관찰한 결과 표면에는 Ga, As, O, C가 존재하였으며 표면의 상태는 산소 42%, 그리고 Ga-rich 상태(Ga:As=1.56:1)임을 알았다. Fig. 5(a)에서 보는 바와 같이 Ga은 많은 양의 산소결합상태와 약간의 Ga-As 및 elemental Ga의 결합상태를 보여주고

있으며, As은 Ga과의 결합에 비해 3.2 eV 높은 결합에너지에서 산소와의 결합상태를 나타내는 peak이 존재하였고 0.5 eV 높은 결합에너지에서는 elemental As 상태(As-As 결합상태)가 존재함을 알 수 있었다. 이러한 elemental As의 존재는 Ga 2p3에서 나타내는 Ga-As의 상대적인 결합양과 벽개면에서 관찰된 As 3d peak [Fig. 5(b)]의 FWHM의 고려로부터 유추되어질 수 있다. 이런 elemental As 상태는 벽개면의 대기중 노출실험에서 살펴보았듯이, Ga과 산소와의 결합으로 인한 Ga-As 결합의 붕괴로 생성된 것이다.

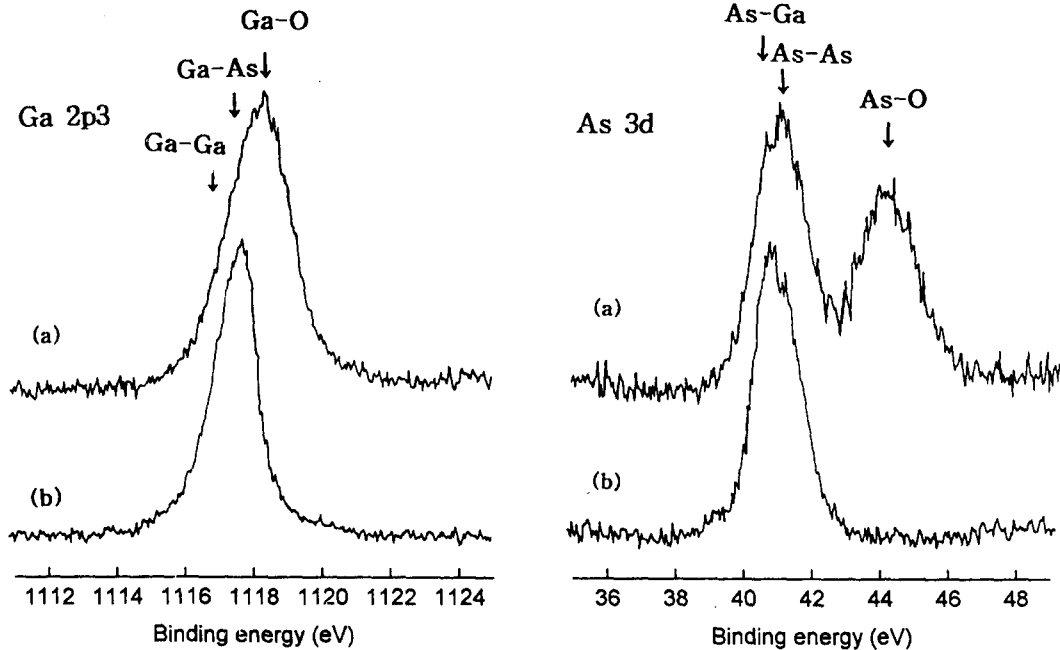


Fig. 5. Narrow scan spectra of (a) bare GaAs and (b) cleaved GaAs

HCl, HCl/DIW 처리에 있어 대기중 노출로 인한 오염 없이 세정처리 용액만에 의한 진성효과(intrinsic effect)를 관찰하기 위하여 argon 가스로 유지되는 glove box 안에서 습식세정 처리를 수행, 관찰되는 Ga와 As의 narrow scan spectra를 Fig. 6에 나타냈다. 포화된 자연산화막을 갖는 GaAs [Fig. 5(a) 참조]를 HCl로 세정한 결과, Fig. 6(a)와 같이 표면 결합상태가 변하였다. 다량으로 존재하던 Ga 산화물은 많이 제거되었으며 HCl 용액내의 Cl과 Ga과의 결합에 의해 Ga-O 보다 더 큰 결합에너지 영역에서 Ga-Cl 결합이 관찰되어진다. As 산화물은 물과 산에 매우 잘 녹는 성질로 인하여 완전히 제거되었고 As-Cl과의 결합형태는 거의 관찰되지 않는다. 이는 HCl로 식각전 GaAs의 상태는 Ga 양이 As에 비해 상대적으로 많은 상태이고, Ga-O, As-O, Ga-As결합에 있어 결합의 붕괴로 인한 Cl과의 결합은 전기음성도가 제일 낮은 Ga이 Cl과 우선적으로 결합하기 때문이다. Cl과 같이 전기음성도가 큰 물질과 GaAs와의 반응에서 나타난 결과는 앞에 논의한 벽개면의 대기중 노출실험에서도 관찰된 결과와 일치하는 것이다. As 3d peak을 벽개면에서 얻은 peak, [Fig. 6(c)]과 비교시, peak position과 FWHM이 높은

결합에너지 쪽으로 증가했음을 알 수 있으며, 따라서 처리전 존재하던 elemental As 상태가 그대로 유지되었음을 알 수 있다. 식각후 이러한 elemental As의 지속적인 관찰은 상대적으로 높은 As-As 결합세기(bond strength)와 식각 용액에의 낮은 용해도(solubility)에 기인하는 것으로 사려된다. As의 경우 As, Ga, O와의 결합세기는 각각 91.3, 50.1 및 115kcal/mol·K이며, elemental As는 식각용액에 잘 용해되지 않는 성질이 있다⁽⁵⁾. 본 실험의 결과에서는 As 산화물의 경우, As-O 결합세기는 가장 크나 식각용액과의 반응시 잘 분해가 되는 성질이 있어 쉽게 제거되는 반면, 대기중 노출에 의해 형성된 elemental As는 식각용액으로 제거가 용이하지 않음을 알 수 있었다. 전체적인 조성변화는 Ga-rich 상태에서 1:1의 화학 양론적 상태로 전환하였으며 산소도 많은 양이 감소하였다. 이는 식각전 As 산화물에 비해 상대적으로 Ga 산화물이 많은 양으로 존재하였고 식각시 산화물의 제거로 인해 bare GaAs 상태의 비해 상대적으로 Ga 양이 줄어든 것이다.

일반적인 소자제작 공정에서 표면세정시, 식각용액을 사용하여 표면세정후 DIW로 세척을 하게 된다. 식각후 DIW를 사용한 세척

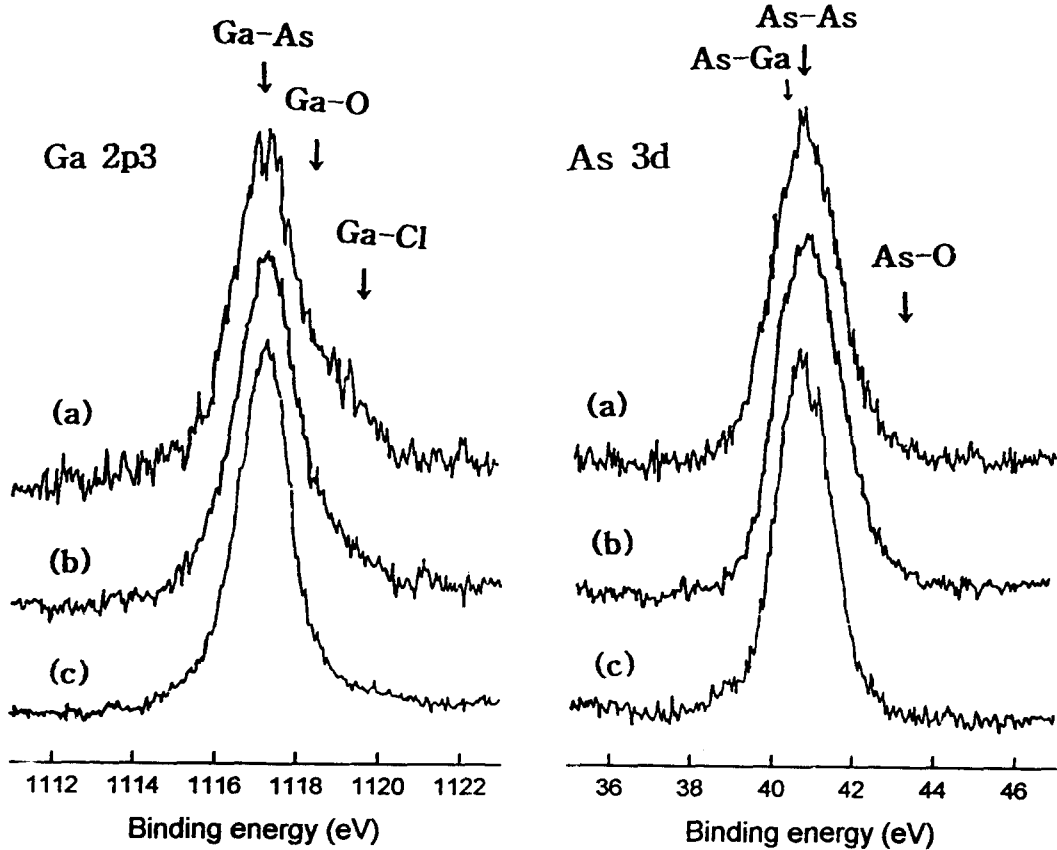


Fig. 6. Narrow scan spectra obtained from (a) HCl, (b) HCl/DIW treated GaAs in a glove box, and (c) cleaved GaAs

에 따른 표면변화를 살펴 보기 위하여 HCl처리 후 DIW로 세척하였다[Fig. 6(b)]. Fig. 6(a)에 비하여 GaCl_x의 양이 줄어들어 관찰되었고, 이는 GaCl_x가 물에 잘 녹는 성질이 있기 때문이다. As 3d에서는 As-As 결합상태의 증가를 관찰할 수 있었다. GaAs는 DIW와 반응시 Ga-As 결합이 분해되는 $GaAs + 6OH^- \rightarrow GaO_3^{3-} + As^0 + 3H_2O + 3e^-$ 의 반응이 일어나게 된다^{19,20}. GaAs는 앞에서도 설명했듯이 부분적으로 이온성 결합 특성을 나타내게 되며 따라서 OH⁻는 쉽게 Ga과 반응하여 GaO₃³⁻와 As⁰를 형성하게 된다. 생성된 GaO₃³⁻는 쉽게 용해되어 해리되기 때문에 사라지게 되고, As은 As-As 결합을 형성하여 표면에 잔류하게 되는 것이다. 따라서 식각후 DIW로 세척시 As-As 결합은 증가하게 된다. HCl 세정후 DIW로 세척한 결과 As/Ga의 값은 1.02에서 1.23으로 증가하였으며 이는 GaCl_x의 감소와

As⁰의 증가에 기인한 것이다.

일반적으로 GaAs 소자제작 및 epi-layer 성장시 표면처리는 H₃PO₄/DIW의 표면세정 후 HCl용액으로 세정을 수행하게 된다. 이는 H₃PO₄로의 표면 세정은 완전한 표면 잔류 물질의 제거를 기대할 수 없고, 또 HCl로의 세정 공정으로 많은 양의 잔류 물질의 제거는 기대할 수 있으나 단지 HCl만을 사용한 표면세정은 기관 표면에 많은 양으로 존재하는 자연산화물의 급격한 용해에 따른 표면 기복현상(surface undulation)이 크게 관찰되어지게 한다²¹. 즉 H₃PO₄/DIW/HCl의 습식세정공정을 통해 표면잔류물질이 천천히 제거되어지고 따라서 표면 기복의 발생을 억제할 수 있는 것이다. Fig. 7(a)은 이런 H₃PO₄/DIW/HCl 공정에 따른 표면상태를 관찰함으로써 HCl만의 처리와 비교하였다. Fig. 6(a)와 비교했을 때 결합상태의 차이는 관찰되지 않고 거의 동일한

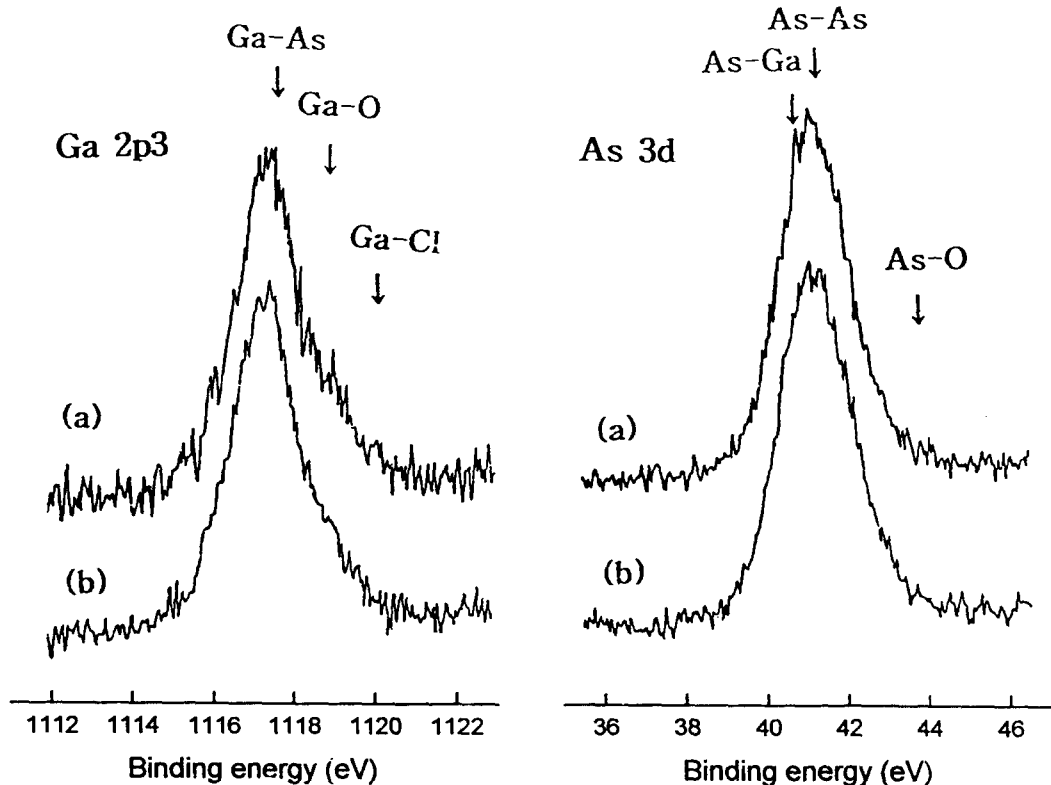


Fig. 7. Narrow scan spectra obtained from (a) $H_3PO_4/DIW/HCl$ and (b) $H_3PO_4/DIW/HCl/DIW$ treated GaAs in a glove box

결과가 얻어졌음을 알 수 있다. Fig. 7(b)는 $H_3PO_4/DIW/HCl/DIW$ 표면처리 결과이며 Fig. 7(a)와 비교했을 때 As-As 결합의 증가를 관찰할 수 있다. 이는 Fig. 6(a)와 Fig. 6(b)의 비교에서도 관찰되었던 DIW의 OH^- 에 의한 As° 의 증가와 동일하게 얻어지는 결과이다. 따라서 HCl 세정 전 처리로 행하여지는 H_3PO_4 를 사용한 습식세정은 HCl을 사용한 최종세정을 통하여 GaAs의 표면 결합상태의 변화에는 아무런 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

4. 결 론

Ga-As 결합에 있어 Ga과 As의 전기음성도 차이로 인해 표면의 Ga 이온이 약하게 양전하를, As 이온이 약하게 음전하를 띠고 있는 상태는 GaAs 벽개면의 공기 노출시 Ga이 우선적으로 산소와 결합하고, HCl처리시 Ga-Cl 결합을 생성하며 또한 DIW 처리시 OH^- 와 GaAs와의 반응에 의한 As° 생성의 원인이 된

다. 습식세정전 GaAs 기관의 elemental As, Ga-rich 상태의 연구와 이 시료의 glove box에서의 세정작업을 통한 Ga 산화물의 부분적인 제거, As 산화물의 완전한 제거 및 Ga-Cl 결합형성 등을 살펴볼 수 있었다. 식각용액으로의 표면처리 후 많은 양의 Ga 산화물의 제거로 식각전보다 상대적으로 Ga 양의 감소를 관찰할 수 있었고, elemental As 상태는 습식세정으로 제거되지 않음을 알 수 있었다. 습식세정후 DIW에서의 처리는 OH^- 와 GaAs의 반응으로 elemental As 상태를 증가시킨다는 것을 알 수 있었다. 일반적인 습식세정공정인 $H_3PO_4/DIW/HCl$ 의 표면처리는 HCl만의 처리결과와 비교했을 때 동일한 표면결합상태를 나타냄을 알 수 있었고, $H_3PO_4/DIW/HCl$ 처리 후 DIW로의 세척은 HCl/DIW와의 결과와 동일하게 elemental As 상태의 증가를 유발시킨다는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 (961-0804-034-2)의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. H. Adachi and H.L. Hartnagel, Int. J. Electron., 52, 89 (1982)
2. W.E. Spicer, S.Eglash, I. Lindau, C.Y. Su, and P.R. Skeath, Thin Solid Filma, 89, 447 (1982)
3. C.M. Garner, C.Y. Su, W.A. Saperstein, K. G. Jew, C.S. Lee, G.L. Person, and W.E. Spicer, J. Appl. Phys., 50, 3376 (1979)
4. K.H. Kretschmer and H.L. Hartnagel, In 23rd Annual Proceedings of IEEE Reliability Physics, p49, IEEE (1985)
5. F. Hasegawa, M. Onomura, C. Mogi, and Y. Nannichi, Solid-State Electron., 31, 233 (1988)
6. F. Bartels, L. Surkamp, H.H. Clemens, and W. Monch, J. Vac. Sci. Technol., B1, 756 (1983)
7. Y. Hirota, J. Appl. Phys., 75, 1798 (1994)
8. Y. Mada, K. Wada, and Y. Wata, Appl. Phys. Lett., 61, 2993 (1992)
9. D. Landlheer, G.HY. Yousefi, J.B. Webb, R.W.M. Kwok, and W.M. Lau, J. Appl. Phys., 72, 3516 (1994)
10. J. Mssies and J.P. Contour, J. Appl. Phys., 58, 806 (1985)
11. H.J. Kang, Y.M. Moon, T.W. Kang, J.Y. Leem, J.J. Lee, and D.S. Ma, J. Vac. Sci. Technol., A7, 3251 (1989)
12. W.E. Spicer, Z. Liliental-Weber, N. Newman, T. Kendelewieg, R. Cao, C. McCant, P. Mahowald, K. Miyano, and I. Lindau, J. Vac. Sci. Technol., B6, 1245 (1988)
13. J.A. Van Vechten and J.F. Wager, J. Appl. Phys., 57, 1956 (1985)
14. Y. Hirota, M. Okamura, E. Tamaguchi, and T. Hisaki, J. Appl. Phys., 65, 1328 (1989)
15. F. Bartels, L. Surkamp, H.J. clemens, and W. Mönch, J. Vac. Sci. Technol., B1, 756 (1983)
16. Z.H. Lu, C. Lagarde, I. Sacher, J.F. Currie, and A. Yelon, J. Vac. Sci. Technol., A7, 646 (1989)
17. V. Svaminathan and A.T. Macrander, *Materials Aspects of GaAs and InP Based Structure*, pp4, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA (1991)
18. Robert C. Weast and Melllvin J. Astle, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, F-220 and B-73 91 92, CRC Press, Boca Raton, Fl (1987-1988)
19. P. Alongue and S. Blonkowski, J. Electroanal. Chem., 317, 77 (1991)
20. P. Alongue, S. Blokowski, and E. Souteyrand, *Electrochem. Acta*, 37, 781 (1992)
21. Z. Song, S. Shohen, M. Kawasaki, and I. Suemune, J. Vac. Sci. Technol., B31, 77 (1995)