



Title	塩酸によるGaAs基板エッチング機構
Author(s)	正源, 聡; 川崎, 昌博
Citation	電子科学研究, 2, 53-55
Issue Date	1995-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24306
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_P53-55.pdf



塩酸による GaAs 基板エッチング機構

光電子物性研究分野 正 源 聡, 川 崎 昌 博

自然酸化膜でおおわれている GaAs (100) 基板を塩酸でエッチングし水洗浄すると, 単原子層レベルまで平坦化される機構を角度分解型光電子分光装置で研究した。その結果, 塩酸エッチング直後は GaAs 基板表面に GaCl_xO_y が生成し, 最終的に As 面が最表面になることが分かった。

1. 序

GaAs 基板のエッチングは大規模集積回路の高密度化に伴って重要な課題となってきた。当研究所電子材料物性部門の末宗ら^[1]は, 原子力間顕微鏡 (AFM) を用いて自然酸化膜を有する GaAs 基板を塩酸でエッチングした後, 数秒間の水洗浄により, GaAs 表面が単原子層レベルまで平坦化することを見出した。我々はこのエッチング機構を光電子分光法 (XPS) により研究したので報告する。

2. 実 験

エッチング前後の GaAs (100) 基板を角度分解型 XPS 装置 (Vacuum Generator, ADES-400) にセットし, 2~4 時間真空に引いた後, 5×10^{-8} Torr の条件下で XPS スペクトルを測定した。信号はガウシアン-ロレンツィアン (比 2:1, 半値幅 1.2-1.6 eV) 混合関数でフッティングした。XPS 測定時の基板面と光電子検出方向のなす角度, つまり光電子が表面から飛出す角度を θ と定義し, $\theta = 20-70^\circ$ の範囲で計測した。各元素の XPS 信号強度を検出感度で割って各成分元素の存在量を求めた。

3. 結 果

3. 1 エッチング前の GaAs 基板表面

自然酸化膜でおおわれた GaAs 基板の XPS 測定から O1s, Ga3d, Ga2p, As3d 信号を得た。図 1 a は, その例として O1s 信号の $\theta = 70^\circ$ と 20° の XPS を示す。この O1s 信号は自然酸化膜 Ga_2O_3 , As_2O_3 に相当

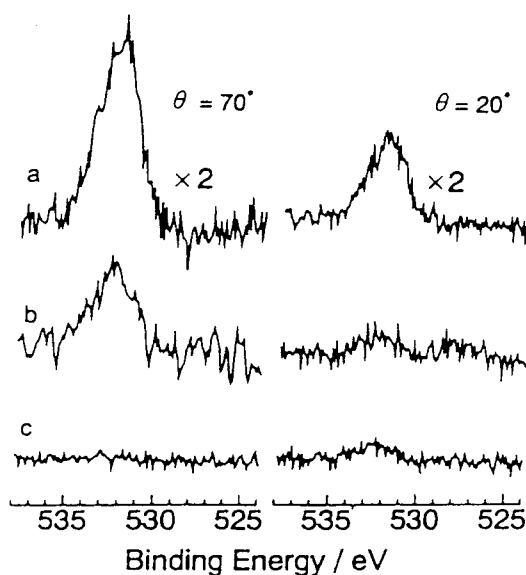


図 1 GaAs 基板の O1s, XPS 信号 θ は光電子脱出角度
(a) 自然酸化膜で覆われた基板
(b) 10 分間の塩酸エッチング後の基板
(c) 更に 10 秒間の水洗浄後の基板

する。同時に測定したスペクトル幅の広い Ga3d 信号は 2 つの成分からなり, 結合エネルギー (BE) = 19.6 eV に表われるバルク GaAs と, BE = 19.6 eV の Ga_2O_3 に帰属された。一方, Ga2p, As2p の信号強度から推定される $[\text{Ga}]_{2p}/[\text{As}]_{2p}$ 比は $\theta = 70^\circ$ で 4.4 ± 0.4 であった。

3. 2 塩酸処理後の GaAs 基板

自然酸化膜でおおわれた GaAs (100) 基板を塩酸

(36%) に 10 分間浸し, Ar ガス流で乾燥した後 XPS を測定した。O1s 信号は図 1 b となり, 自然酸化膜の図 1 a と比べ大幅に減少した。一方 Ga2p の XPS を $\theta = 20^\circ$ で測定するとバルク GaAs と Ga_2O_3 信号強度はほぼ同じであったことから, 酸化膜の厚さは $2.0 \pm 0.5 \text{ \AA}$ と推定された。この時, As2p の XPS はスペクトル幅が狭くバルク GaAs のみであって As_2O_3 や AsCl_x の信号は見られなかった。 $[\text{Ga}]_{2p}/[\text{As}]_{2p}$ 比は $\theta = 70^\circ$ で 1.0 であった。

図 2 a と a' に示す Cl2p と As3s の比 $[\text{Cl}]_{2p}/[\text{As}]_{3s}$ は, $\theta = 20^\circ$ の時の方が $\theta = 70^\circ$ の時より大きな値を示した。浅い角度の XPS 信号は表面種が強調されるので, この結果は Cl を含む種が基板の表面に存在していることを示している。

3. 3 塩酸処理後水洗浄した GaAs 基板

上記 3. 2 の塩酸処理直後, 水洗浄を 10 秒間行なった。Ar ガス流乾燥後の XPS スペクトルは図 1 c で示すように O1s 信号は ± 5 に減少した。As2p 信号には As_2O_3 , AsCl_x の信号は見つからず, バルク GaAs のみに帰属できた。 $[\text{Ga}]_{2p}/[\text{As}]_{2p}$ 比は $\theta = 70^\circ$ で $0.6 \pm$

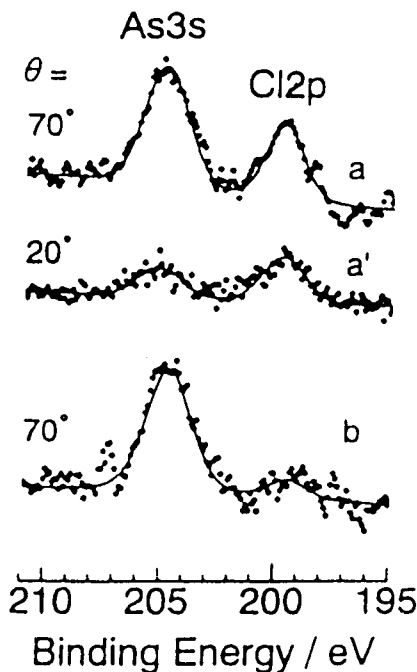


図 2 GaAs 基板の As3s と XPS 信号, θ は光電子脱出角度
(a) (a') 10 分間の塩酸エッチング後の基板
(b) 更に 10 秒間の水洗浄後の基板

0.1 であった。図 2 b で示すように Cl2p 信号が図 2 と比べ大きく減少したのは, Cl を含む表面種が洗浄により脱離したためである。

4. 考 察

塩酸エッチング後の表面吸着種は 3. 3 で示すように, 水洗浄で流れ去るのであるから水溶性である。 AsCl_x は存在しないのであるから, Ga を含む種である。 GaCl_x , GaCl_xO_y のうち, 後者のみが水溶性であることから, 塩酸エッチングでは GaCl_xO_y の生成が推定される。 $\text{Ga}2p$, $\text{As}2p$ の XPS 信号の比 $[\text{Ga}]_{2p}/[\text{As}]_{2p}$ は, エッチング前→塩酸エッチング→水洗浄の操作において, $4.0 \rightarrow 1.0 \rightarrow 0.6$ と変化した。2 pXPS 信号は光電子脱出深さ Λ_e が 10 \AA と浅いことを考慮すると, 表面は初め Ga で覆われていたのが塩酸エッチ

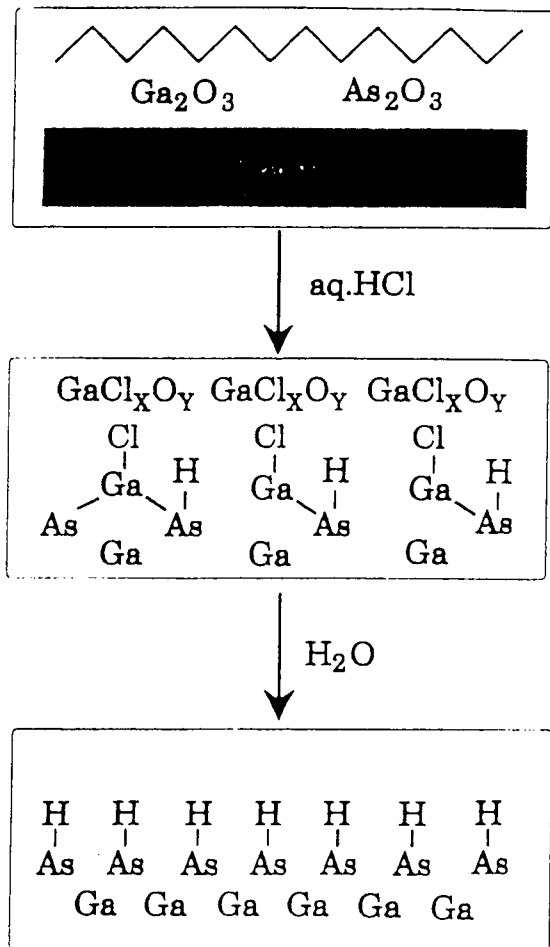


図 3 自然酸化膜のついた GaAs 基板の塩酸エッチング及び水洗浄の機構

ングー水洗浄後には As で覆われていることを示している。これを模式的に図 3 に示す。

塩酸のエッチングは活性の高いキンクやステップにおいてより速く進むため、GaAs 表面が単原子層の凹凸にまで平坦化されたのであろう。塩素原子が GaAs

表面を攻撃すると最終的なエッチング表面は As で終端化されたことは、気相におけるエッチングでも Freedman ら^[2]が報告しており、我々も同様な結論に達した。

【参考文献】

[1] I. Suemune and H. Mukai, Abst. Internat. Conf. Solid State Devices and Material, (Chiba, Aug.1993): Z.Song, S.Shogen, M. Kawasaki, I. Suemune, Appl. Surf. Sci. (in

press).

[2] A. Freedman and C. D. Steinspring, J. Phys. Chem. **96**, 2253 (1992).