



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	光電子分光法によるGaAs基板表面反応
Author(s)	正源, 聡
Citation	電子科学研究, 1, 51-52
Issue Date	1993
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24276
Type	departmental bulletin paper
File Information	1_P51-52.pdf



光電子分光法による GaAs 基板表面反応

光電子物性研究分野 正 源 聡

GaAs(ガリウム砒素)基板表面における TMGa(トリメチルガリウム)の紫外レーザー光による分解機構を光電子スペクトルにより説明する。さらに、GaAs の化学的エッチング処理により形成される表面構造について角度分解光電子スペクトルにより議論する。

GaAs はシリコンに替る次世代の半導体材料として注目され、デバイスプロセスの素過程として酸化膜や金属薄膜の成長過程、GaAs 成長過程などに関して数多くの研究がされてきた。近年、STM や AFM などの新しい実験手法により金属、半導体などの表面構造が原子スケールで観察できるようになり極小スケールでのデバイスが期待されている。このようなデバイスを製造する新しい方法の一つとして、数個の分子・原子スケールで加工が可能なレーザー光を用いた光 CVD (Chemical Vapor Deposit) が考えられる。光 CVD を実用化するには、その基板表面光反応機構を理解する必要がある。また、GaAs 基板の表面構造は複雑であるため、デバイスプロセスにおいて清浄化処理による表面構造の違いを理解することが重要である。そこで本研究では、角度分解 X 線光電子分光法 (ARXPS) を用いて清浄 GaAs 基板表面における有機金属化合物の光分解反応、濃塩酸溶液によりエッチング処理をした GaAs の表面構造について調べたのでこれらを報告する。

光電子スペクトルを得るに当たって、各試料は以下の条件で処理を行った。

試料基板として面方位(100)ノンドーピングの GaAs を用い、有機金属試料としてトリメチルガリウム (TMGa) を用いた。アルゴンイオンによるスパッタリングと 800 K でのアニーリングにより試料基板表面を清浄化処理を行った。その後、実験中、液体窒素を用いて試料基板温度を約 150 K 前後に維持した。吸着処理は、有機金属試料を真空チャンバー内に導入して、試料基板を有機金属蒸気に露出させることにより

行った。分解光としては 193 nm のエキシマーレーザーを用いた。化学的清浄化処理に関しては、試料基板を濃塩酸溶液に 10 分間浸し、乾燥アルゴンガスにより乾燥させた後、真空チャンバーに入れ、角度分解光電子スペクトルを測定した。

TMGa を 150 K に冷却した GaAs 基板に吸着させ 193 nm のレーザー光を照射した前後の光電子スペクトルを図 1 に示した。極角度は基板表面を基準に表示している。(A)~(C)は極角度 20 度で、(D)~(F)は極角度 45

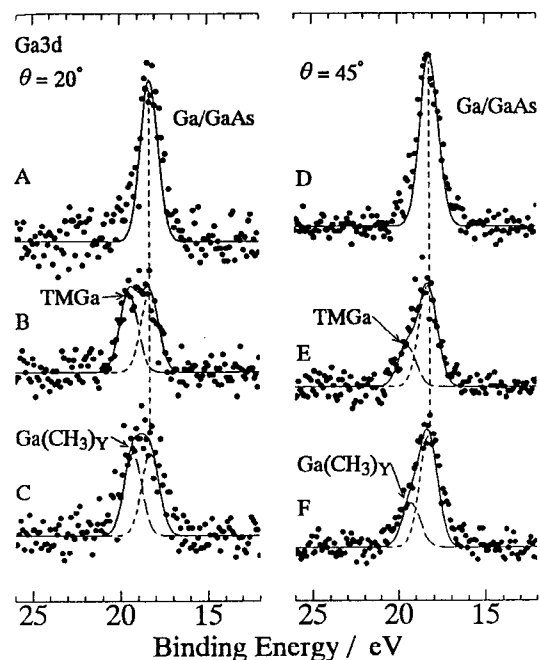


図 1 TMGa を吸着させた GaAs(100)基板に 193 nm のレーザー光を照射した時の XPS の変化。

度で測定したガリウム 3d ピークである。(A), (D)は清浄 GaAs のガリウム 3d ピークである。(A), (D)の両方とも一つのピークで説明でき、表面から約 20 Å の深さまでほとんどガリウムと考えられる単一の化学種のみ存在することを示している。これは、表面がガリウムで覆われている特殊な表面状態で、イオンスパッターとアニール処理により形成される⁽¹⁾。TMGa を吸着させた時の(B), (E)では、高エネルギー側に TMGa のガリウムに帰属されるピークが現れているのがわかる。しかも、極角度が小さくなるとこの TMGa の強度が大きくなっている。さらに、193 nm のレーザーを照射した

(C), (F)では TMGa に帰属したピークが低エネルギー側にシフトし、レーザー照射によって TMGa が分解してジメチルガリウム (DMGa) などの表面吸着種が形成されることがわかる。このことは、炭素/ガリウム比がレーザー照射前後で 2.8 から 1.4 に減少していることから明らかである。トリメチルインジウムについて 193 nm のレーザーを用いて同様の実験を行い、同様の結果を得ている⁽²⁾。

濃塩酸処理したガリウム砒素基板の光電子スペクトルを図 2 に示した。(A)~(C)は砒素 2p, (D)~(F)はガリウム 2p のピークである。ガリウム 2p のピークは 3 つのピークで合成できる。三つのピークはそれぞれ、低エネルギー側から GaAs, 塩化ガリウム, 2 塩化ガリウムに帰属できる。しかし、中間のピークに関しては酸化ガリウム、左のピークは水酸化ガリウムとする報告^(3,4,5)もあり、これが含まれている可能性もある。砒素 2p のピークも 3 成分に分解でき、低エネルギー側からガリウム砒素, 結晶欠陥中に存在する原子砒素⁶, 酸化砒素 (As_2O_3)^(3,4,5) に帰属できる。ガリウムのピークにおいて、極角度が小さくなると、塩化ガリウム, 2 塩化ガリウムが GaAs よりも大きくなっている。これより $GaCl_x$ が表面吸着種として存在していることがわかる。砒素のピークでは、酸化砒素が表面に偏在している傾向は見られるが、大きな変化は見られず、砒素を含む表面吸着種はほとんど存在しない。

これらのことから、塩酸処理のみを行うと塩素が GaAs 基板表面に残ることを確認した。しかも、塩化ガリウムでエッチングが止まっている領域があることがわかった。

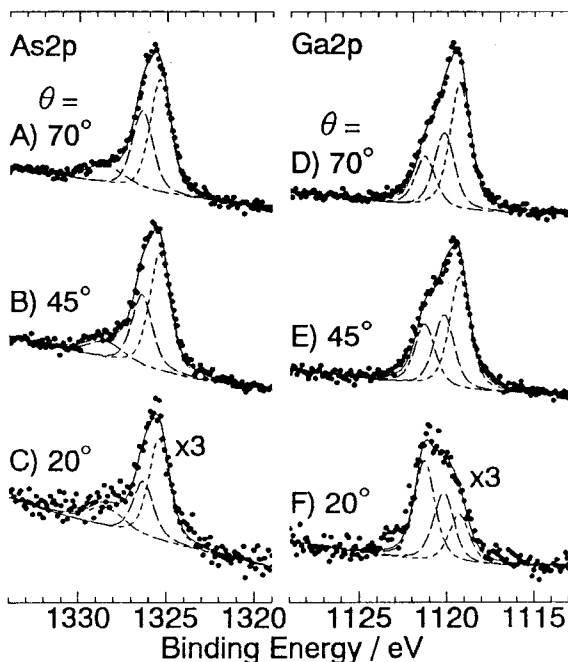


図 2 濃塩酸処理をした GaAs(100)基板の XPS

【参考文献】

- [1] D.K. Biegelsen, et.al., Phys.Rev. B41, 5701(1990).
- [2] S.Shogen, M.Ohashi, Y.Matsumi, and M.Kawasaki, Jpn. J.Appl.Phys. 32, 115(1993).
- [3] C.J. Sandroff, et.al., J.Vac.Sci.Technol., B7, 841(1989).
- [4] L.L. Kazmerski, et.al., J.Vac.Sci.Technol., 17, 521(1980).
- [5] C.Webb, et.al., J.Vac.Sci.Technol., 21, 659(1982).
- [6] Z.H.Lu, et.al., J.Vac.Sci.Technol., A7, 646(1989).