29p-PB1-14

AR-XPS による異なる酸化雰囲中の $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ の初期酸化過程の評価

Initial Stage of Oxidation on $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ in Different Oxidative Atmosphere Studied by AR-XPS

東京都市大工 [1]、東工大フロンティア研 [2]、東工大総理工 [3]、
°櫻井 拓也 [1], 沼尻 侑也 [1], 山下 晃司 [1], ザデ ダリューシュ [2], 角嶋 邦之 [3], 岩井 洋 [2], 野平 博司 [1]
Tokyo City Univ.[1], IGSSE. Tokyo Inst. of Tech.[2], FRC. Tokyo Inst. of Tech.[3]
°T. Sakurai[1], Y. Numajiri[1], K. Yamashita[1], D. Zade[2], K. Kakushima[3], H. Iwai[2], H. Nohira[1]

E-mail: g1181325@tcu.ac.jp

はじめに　MOSFET の微細化以外の性能向上がいろいろ試みられており、そのなかで期待されている手法のひとつに高誘電率ゲート絶縁膜に高移動度チャネルを組み合わせる方法がある。その有力な材料の一つとして、Si より高い電子移動度を有する InGaAs が注目されており、良好な界面特性を得られる高誘電率絶縁膜材料の検索が精力的に行われている。しかし、絶縁膜 / InGaAs 界面で、As 酸化物や Ga 酸化物が界面準位密度を増加させ、電気的特性を劣化させてしまうことが報告[1]されており、$In_{0.53}Ga_{0.47}As$ の初期酸化過程と酸化物／$In_{0.53}Ga_{0.47}As$ 界面の化学結合状態を解明する必要がある。我々は、角度分解 X 線光電子分光法（AR-XPS）を用いて $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ 表面の酸素中での酸化過程を詳細に調べた[2]。今回は、大気中での酸化過程を詳細に調べ酸素中酸化との酸化過程の違いなどを調べたので、それらについて報告する。

実験方法　InP 基板上に $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ をエピタキシャル成長させた基板を HF 洗浄後、1. 高純度酸素中室温で酸化させた試料(oxidation)、2. 大気暴露で酸化させた試料(air oxidation)を酸化と測定を繰り返すことで、酸化過程を調べた。測定は、ESCA-300（$h\nu$ = 1486.6eV）で、In 3*d*、Ga 2*p*、Ga 3*p*、As 3*d*、O 1*s*、C 1*s*、F 1*s* 光電子を脱出角度 30、90° で測定することで評価した。なお、高純度酸素中酸化では XPS 測定は試料を大気に晒すことなくおこなった。酸素は、60h まで純度 99.9999%、60h 以降は、純度 99.99%を使用した。また、どちらも酸化温度は室温（23℃）である。

結果　Fig. 1 に大気酸化処理の場合の酸化の進行に伴う O 1*s* 光電子スペクトルの変化を示す。ここで、未酸化の In からの光電子強度でそれぞれ規格化した。図から、大気暴露時間の増加と共に O 原子が増加するものの、その増加量は、徐々に減少していることがわかる。Fig. 2 に、光電子スペクトルの解析により求めた大気酸化の場合の未酸化の信号に対する酸化した信号の強度比（As, Ga, In）の大気暴露時間依存性を示す。最初 As のサブオキサイドの強度が大きい。その後、大気暴露時間の増加と共に As のサブオキサイドが減少すると共に As_2O_3 の強度が増えている。これは、As のサブオキサイドが As_2O_3 に変わっていることを意味する。次に、In の酸化物と Ga の酸化物は、As_2O_3 が形成後に、その強度が増加しはじめている。以上のことは、最表面に As が存在し、暴露時間が長くなると 2 層目（In と Ga からなる面）の酸化がはじまることを意味している。大気暴露と酸素酸化処理の違いも含めて、角度分解 X 線光電子分光結果の詳細な解析結果は、当日報告する。

文献

[1] Hock-Chun Chin, *et al.*, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL. **57**(5), 0018-9383 (2010).
[2] 沼尻他：2012 年春応用物理学会, 15p-GP1 – 17.

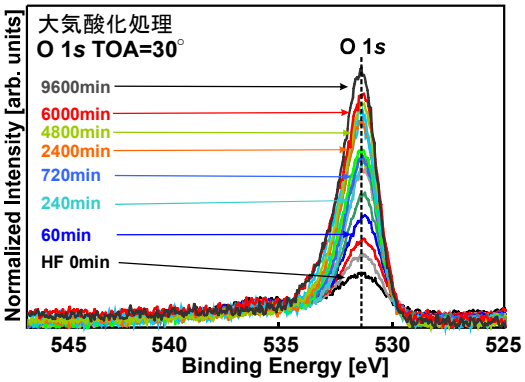

Fig. 1 O 1*s* photoelectron spectra arising from $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ with air oxidation treatment.

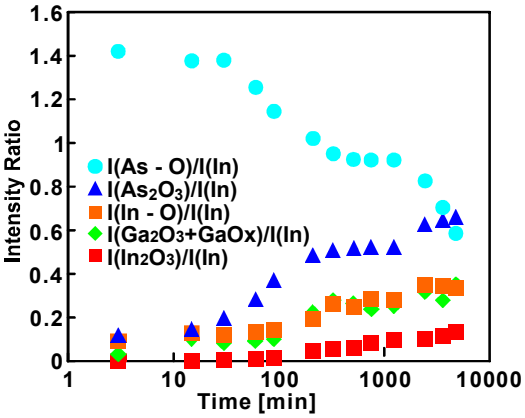

Fig. 2 Dependence of spectral intensity ratio on oxidation time.

© 2013 年　応用物理学会