

電子・通信材料における表面分析事例

鈴木 峰晴

NTT境界領域研究所

243-01 神奈川県厚木市森の里若宮 3-1

電子部品は半導体, 誘電体, 金属等の基本材料からなる多層構造から構成される。素子の微細化にともなう, 多層構造を構成する各々の層の厚さも薄くなる傾向が一段と進んでいる。典型的な例の一つとして, MOS (metal-oxide-semiconductor) 構造におけるゲート酸化膜が挙げられるが, 現在ではその厚さは約 10 nm 以下となっている。素子の中での表面・界面の働きがますます重要となるとともに, 微細な素子の実現には構造・組成の評価技術の重要性が増している。ここでは, NTT 研究所で行われた表面分析事例を報告する。

1) シリコン熱酸化膜表面の荒さ評価

超高真空中で加熱清浄化したシリコン表面は原子レベルで平坦なテラスと原子ステップから構成される。一方, シリコン酸化膜表面および基板界面での 0.1 nm オーダーの荒れが素子特性に影響を及ぼすとの報告もある。AFM を用いて, 原子レベルで平坦な表面を初期条件として熱酸

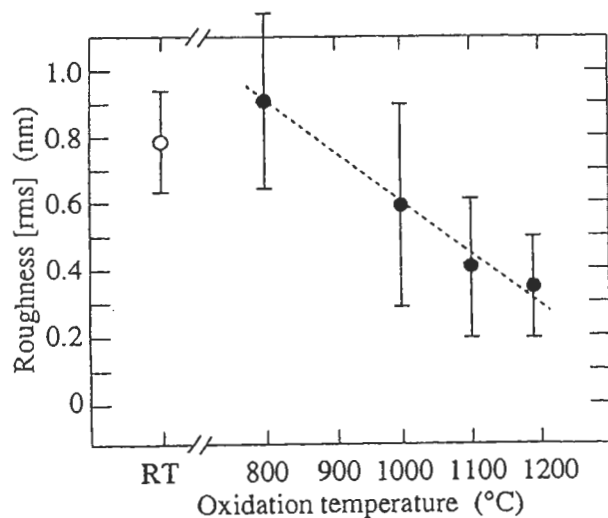


Fig. 1 The rms (root mean square) roughness is plotted as a function of the oxidation temperature.

化した表面の荒れを評価した。その結果, 熱酸化温度が高いほど表面は平坦になることが明らかとなった。(Fig.1 参照, M.Suzuki et al., Jpn. J. Appl. Phys. 32, 1419 (1993))

2) 超純水処理による GaAs 基板表面の酸化膜除去

電子デバイスの薄膜化にともない, 基板表面の平坦化処理の重要性が増している。また, 材料が化合物系である場合, 基板処理により組成変化をきたさないことも必要条件である。一例として, GaAs 基板上に形成された酸化膜を純水処

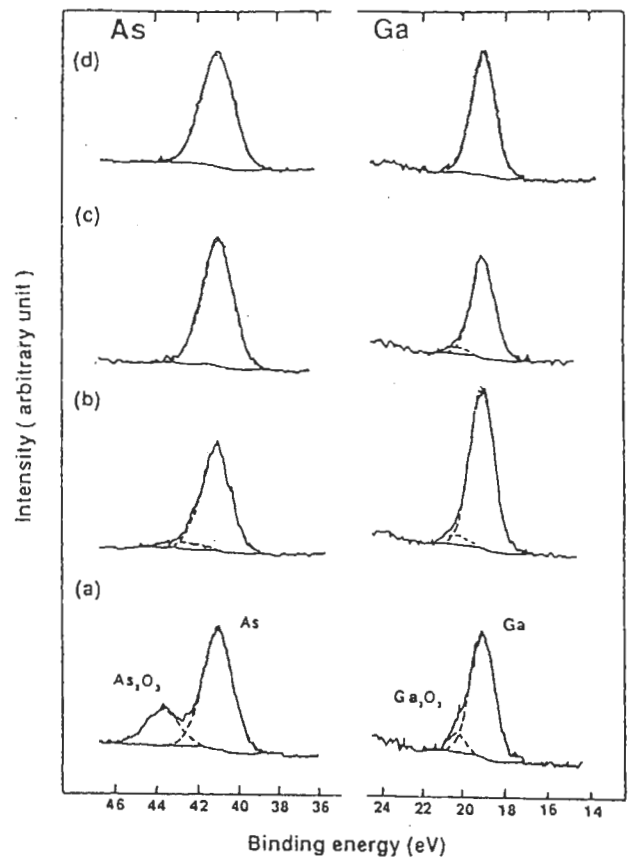


Fig. 2 Ga 3d and As 3d XPS spectra for various dissolved oxygen concentration after 5 minutes treatment. The take-off angle of photoelectrons is 15 degrees from the sample surface : (a) as-etched, (b) 300 ppb, (c) 43-46 ppb, (d) 1 ppb.

理によって除去する検討結果を報告する。酸化膜を形成したGaAs基板を純水中で処理することにより Ga 3d, As 3dともに酸化物成分が減少し、純水中の溶存酸素濃度が1 ppb程度になると、5分程度の処理により完全に酸化物が除去されることが明らかとなった。(Fig.2参照, Y. Hirota, J. Appl. Phys. 75, 1798 (1994))

3) シリコン埋め込み酸化膜上のシリコン層の熱的挙動

SIMOX (separation by implanted oxygen) 基板として、シリコン基板上の埋め込み酸化膜上部にあるシリコン薄膜の熱的挙動を AES を用いて観察した。1100°Cでの処理では、ファセッティングを起こした六角形の穴がシリコン薄膜に形成され、下部の酸化膜層が露出する。孔部の径は1 μm 程度であった。また、1200°Cでの処理では、シリコン原子は凝集し0.1 μm 程度の大きさの集塊を形成することが明らかとなった。(Fig. 3 参照, Y. Ono et al., Jpn. J. Appl. Phys. 34, Part 1, 1728 (1995))

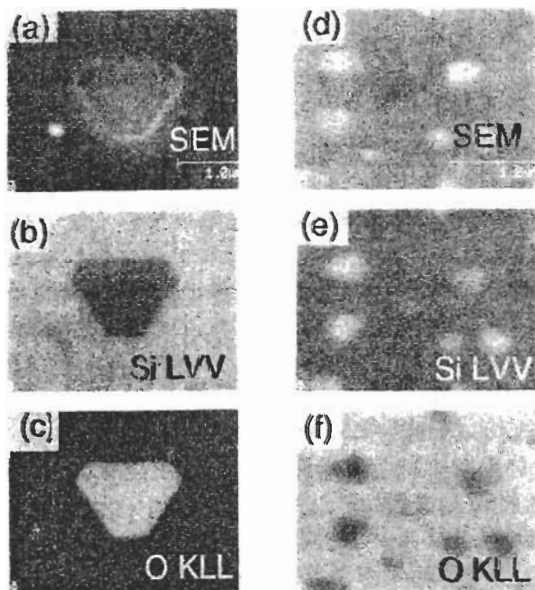


Fig. 3

Images for the heated Si/SiO₂/Si surfaces : (a) SEM image at 1100C, (b) Si LVV Auger image at 1100C, (c) O KLL Auger image at 1100C, (d) SEM image at 1200C, (e) Si LVV Auger image at 1200C, (f) O KLL Auger image at 1200C.

Case Studies in Surface Analysis of Electronic Materials

Mineharu Suzuki

NTT Interdisciplinary Research Laboratories

3-1, Morinosato-Wakamiya, Atsugi, Kanagawa 243-01

Most of electronic devices consist of multilayer systems formed from semiconductors, metals, and insulators. The thickness of layers is becoming very thin. For a typical example, the thickness of a gate oxide layer is less than about 10 nm in an MOS (metal-oxide-semiconductor) device. Therefore, the role of surfaces and/or interfaces is very important in the recent electronic technology. This trend also means that an evaluation method of surfaces and interfaces is valuable and a new technology of surface characterization is required to fabricate a small size device with high performance.

The following topical results are presented, which have been investigated in NTT laboratories using surface analysis techniques : 1) Roughness estimation of thermally oxidized silicon surfaces using AFM, 2) Removal of oxide layers on GaAs surfaces by de-ionized water using XPS, 3) Thermal behavior of thin silicon layer on silicon oxide using AES.