



Si-Ge 系極薄膜の化学結合状態分析

大田 晃生

福岡大学 理学部 物理科学科

キーワード : Si, Ge, 表面偏析, 光電子分光, 化学結合状態

1. 背景と研究目的

これまでに、化学溶液洗浄した Ge(111)上に、真空蒸着により Al 薄膜を基板加熱をして堆積することで、Ge(111)上に Al 薄膜がヘテロエピタキシャル成長することを明らかにした^[1-2]。また、Al-Ge 系は共晶系状態図を示し、その共晶点は 420°C であり、Al(111)/Ge(111)構造を共晶点以下の温度で熱処理することで Ge 原子が表面偏析する。本研究では、Al(111)/Ge(111)構造の熱処理により表面近傍に偏析する Ge の化学結合状態を評価するために、BL7U に設置された光電子分光装置を用いて評価を行った。

2. 実験内容

Ge(111)基板を化学溶液洗浄した後、抵抗加熱真空蒸着により厚さ~30nm の Al 薄膜を堆積した。その後、300°C で窒素雰囲気中熱処理を行い、Ge 原子の表面偏析を促進した。作成した試料を光電子脱出角度 90° に配置し、励起光のエネルギーを 700eV、365eV、265eV、165eV として、内殻光電子スペクトルを測定した。

3. 結果および考察

実測した試料の Ge3d 内殻光電子スペクトルを Fig.1 に示す。Ge3d 内殻光電子信号の低結合エネルギー側には O2s 内殻光電子が観測された。今回の測定条件の中で試料表面からの分析深度が一番大きい励起光エネルギーが 700eV の場合は、Ge-Ge 結合に起因する Ge3d 信号が明瞭に観測された。さらに、励起光のエネルギーを 365eV、265eV、165eV と小さくし、表面敏感測定にすると、Ge-Ge 結合よりも高結合エネルギー側に化学シフトした Ge-O 結合成分が増大する。このことから、偏析した Ge の表面側がわずかに酸化されていることが分かった。別途測定した Al2p 信号においても、同様に Al の酸化成分が観測された。光電子強度の変化量より、観測された酸化成分は試料の大気暴露などにより生じた自然酸化に起因すると考えられる。また、Al 酸化成分と Al 薄膜との界面に Ge が偏析している可能性が高いことが分かった。

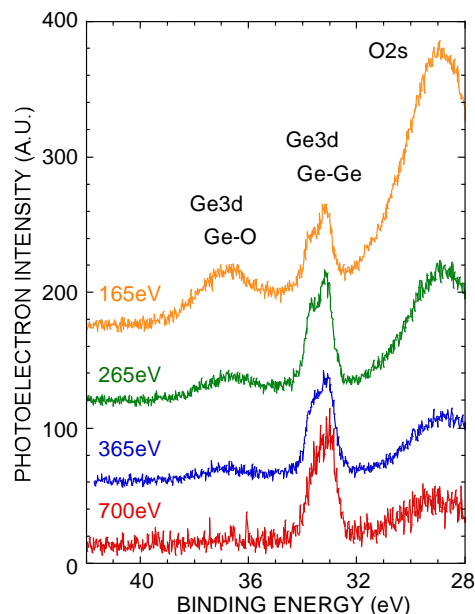


Fig.1 Ge 3d core-line spectra for the ~30 nm-thick Al/Ge(111) structure after the annealing in N₂ ambient for 30 min measured by different x-ray excitation energies (700eV, 365eV, 265eV, and 165eV). In each spectrum, photoelectron take-off angle was set at 90°.

4. 参考文献

1. K. Matsushita, A. Ohta, N. Taoka, S. Hayashi, K. Makihara, S. Miyazaki, Japanese Journal of Applied Physics, vol. **61**, no. SH, 2022, SH1012.
2. M. Kobayashi, A. Ohta, M. Kurosawa, M. Araidai, N. Taoka, T. Shimizu, M. Ikeda, K. Makihara, S. Miyazaki, Japanese Journal of Applied Physics, vol. **59**, No. SG, 2020, SGGK15.