

高分解能硬 X 線光電子分光による次世代半導体プロセス用
極浅プラズマ・ドーピング層の化学結合状態の評価

Hard X-ray Photoelectron spectroscopy study on chemical binding states of ultra-shallow
plasma-doped silicon layer for the application of advanced ULSI devices

金 成国¹, 岡下 勝己¹, 佐々木 雄一朗¹, 伊藤 裕之¹, 水野 文二¹, 小畠 雅明², 池永 英司²,
金 正鎮², 松田 徹³, 野平 博司³, 服部 健雄³, 筒井 一生⁴, 角嶋 邦之⁴, 岩井 洋⁴, 小林 啓介²
*C. G. Jin¹, K. Okashita¹, Y. Sasaki¹, H. Ito¹, B. Mizuno¹, M. Kobata², E. Ikenaga², J. J. Kim²,
T. Matsuda³, H. Nohira³, T. Hattori³, K. Tsutsui⁴, K. Kakushima⁴, H. Iwai⁴, and K. Kobayashi²

¹株式会社 ユー・ジェー・ティー・ラボ, ²高輝度光科学研究センター, ³武蔵工業大学, ⁴東京工業大学,

1. 研究背景と研究目的：

プラズマ・ドーピングは高い生産性を持っているので、半導体産業 45nm テクノロジーノード以後の極浅ジャンクションの作成において、低エネルギーイオン注入の代替の最有力候補として推薦されてきた[1]。通常の XPS と違い、SPring-8 の硬 X 線光電子分光装置[2]は、シンクロトロン光ソースから 6 keV ~10 keV のフォトンエネルギーにおいて世界最高レベルの X 線フラックスを提供出来るため、検出深さが約 10nm となって丁度我々の作製する極浅ジャンクション領域の Si の結合状態を見ることが出来る。昨年度より BL47XU において実施した硬 X 線光電子分光により、極浅プラズマ・ドーピングとその活性化に伴って Si 1s の結合エネルギーの変化とスペクトルの形状変化（半値幅と対称性）が精度良く測定出来ることが分かり、それによって不純物との結合状態の違いや活性化効率を直接評価することが可能になった[3]。本研究では、イオン注入したサンプルの spikeRTA アニール前後の Si 1s スペクトルを測定し、イオン注入とアニールプロセスが Si の化学結合状態に与える影響を調べ、プラズマ・ドーピングと比較した。

2. 実験：

n-型 8 インチ Si ウェハー (10 Ω cm) を基板として使った。ボロンのイオン注入ドーズ量は 6

E14cm-2 で、spike RTA のピーク温度は 1075°C である。ボロンのプラズマ・ドーピングドーズ量は 5 E14cm-2 で、spike RTA のピーク温度は 1075°C である。実験に用いる光電子分光装置は既に SPring-8 で開発が進められている硬 X 線光電子分光用装置を利用した。ビームライン BL47XU の 2 結晶分光器のあとにチャンネルカット後置分光器を挿入して 7936.7 eV の励起 X 線を得る。

3. 実験結果及び考察：

図 1 にイオン注入とプラズマ・ドーピングサンプルの spikeRTA 前後の Si 1s スペクトルを示す。n-Si 基板と比べて、プラズマ・ドーピングサンプルは低

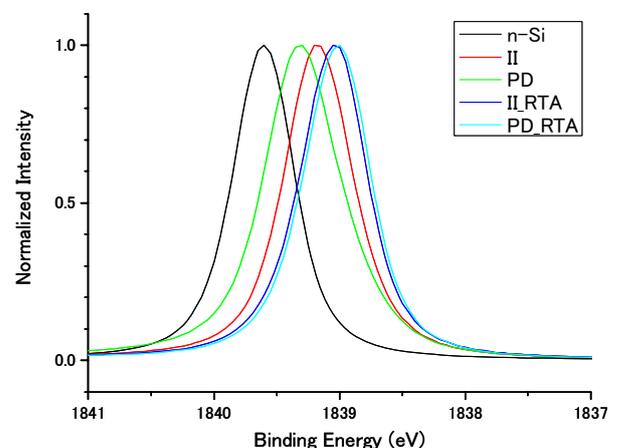


図1、イオン注入とプラズマドーピングサンプルのspikeRTA 前後のSi 1sスペクトル

結合エネルギー側に 0.3eV シフトしているが、イオン注入サンプルは低結合エネルギー側に0.45eVシフトしている。n-Si 基板と比べて、spikeRTA 後イオン注入サンプルとプラズマ・ドーピングサンプルは共に低結合エネルギー側に 0.6eV シフトしている。なお、spikeRTA 後イオン注入サンプルとプラズマ・ドーピングサンプルのスペクトルの半値幅も共に n-Si 結晶基板のレベルに戻った。これらの結果から、spikeRTA 後の PD サンプルとイオン注入サンプルは共に非常に良い化学結合状態、即ち高い不純物活性化率と結晶回復性、を示しているのが分かる。

4. 結論

spikeRTA 後の PD サンプルとイオン注入サンプルは共に非常に良い化学結合状態、即ち高い不純物活性化率と結晶回復性、を示している。

参考文献

- [1] A. Hori and B. Mizuno, Tech. Dig. of IEDM, (1999) p. 641.
- [2] K. Kobayashi, M. Yabashi, Y. Takata, T. Tokushima, S. Shin, K. Tamasaku, D. Miwa, T. Ishikawa, H. Nohira, T. Hattori, Y. Sugita, O. Nakatsuka, A. Sakai and S. Zaima, Appl. Phys. Lett. 83 (2003) 1005.
- [3] C.G. Jin, Y. Sasaki, K. Okashita, H. Tamura, H. Ito, B. Mizuno, T. Okumura, M. Kobata, J.J. Kim, E. Ikenaga, K. Kobayashi, International Workshop on Junction Technology (2006) p116.