

## 異なる Fermi 準位を有する Si 中 Fe 不純物のメスバウア分光

## Mössbauer spectroscopy of Fe impurities in Si with different Fermi levels

○伊野 裕司、田中 清高、坂田 和正、吉田 豊 (静岡理工大)

○Yuji Ino, Kiyotaka Tanaka, Kazumasa Sakata, Yutaka Yoshida

(Shizuoka Institute of Science and Technology)

E-mail: y-ino@ob.sist.ac.jp

【はじめに】多結晶 Si 太陽電池中の Fe 不純物は、発電効率低下の大きな要因と考えられている。本研究では、異なるフェルミ準位を有するシリコンウェーハに室温で  $^{57}\text{Fe}$  を拡散させ、メスバウア・スペクトルを測定し、鉄の不純物準位との関連を検討した。

【実験】メスバウア分光を行った試料は、(a) 意図的な欠陥をもつ Si [1], (b) 低ドープ p-Si, (c)・(d) 外部電圧を印加した Al ショットキー電極/p-Si [2], (e) 多結晶 Si 太陽電池[3], 高ドープ単結晶 p-Si [4] である。Fe 故意汚染のために、Si 表面に  $^{57}\text{Fe}$  を約 2 nm 真空蒸着した。試料には熱処理を行わず、室温で Si 中に Fe を拡散させた後、室温でメスバウア分光測定を行った。

【結果・考察】図 1 は、測定されたメスバウア・スペクトルを示す。それぞれの成分の位置が  $^{57}\text{Fe}$  核位置の電荷密度に、面積がそれぞれの状態の  $^{57}\text{Fe}$  不純物の個数に対応する。各成分は、これまでの実験と理論計算から、中性の置換格子 Fe(緑)と中性(黄), 1 価(赤), 2 価(茶)の格子間 Fe に同定できる。(a)の意図的な欠陥をもつ Si では、(b)の低ドープ p-Si とは異なり、1 価の格子間 Fe 成分が多く見られた。中性と 1 価の格子間 Fe の存在比を、格子間 Fe の準位とフェルミ準位の位置関係から電子の占有確率を使って考えると、低~中ドープの p-Si での中性と 1 価の格子間 Fe の存在比を説明できた。一方、高ドープ p-Si や多結晶 Si では、さらに、FeB ペアや格子欠陥の影響が存在する。

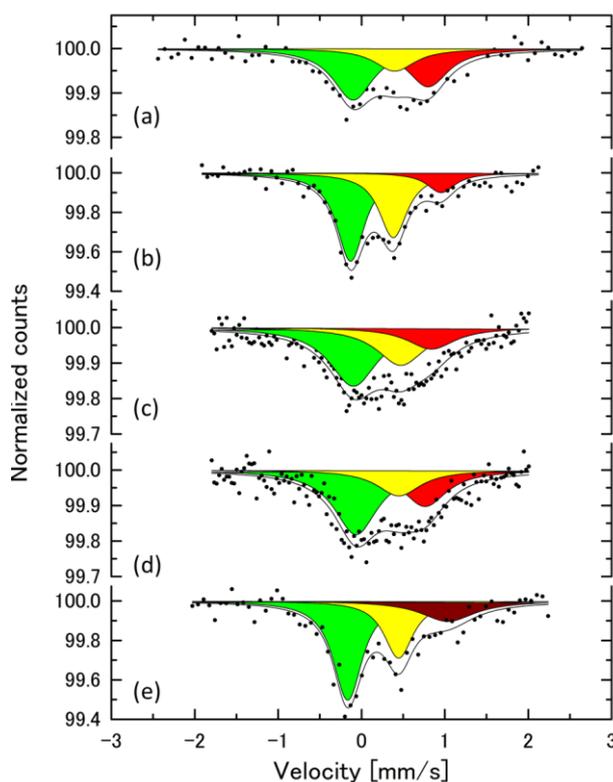


Fig. 1 Mössbauer spectra for a  $^{57}\text{Fe}$  contaminated (a) Si containing D-defect [1], (b) FZ-Si, Al/p-Si under external voltage [2]: (c) thermal equilibrium and (d) reverse bias. (e) pm-junction multicrystalline Si [3].

【謝辞】本研究は JST「先端計測分析技術・機器開発事業」として行われた。本研究で使用された試料を提供くださった信越半導体阿部氏、京セラ株式会社新薬氏に深く感謝いたします。

[1] 伊野裕司ほか, 応用物理学会, 2014.9.16.

[2] 坂田和正ほか, 応用物理学会, 2007.3.27.

[3] Y. Yoshida et al., GADEST 2013, Oxford, UK.

[4] K. Tanaka et al., Si Forum 2014, Hamamatsu, Japan.