

電子線やレーザー照射による ^{57}Fe 蒸着シリコン中の Fe 挙動 Fe Behavior in ^{57}Fe -deposited Silicon by EB and Laser Irradiation

静岡理工大¹, フォトンデザイン²

○田中清高¹, 塚本美德¹, 清水良祐², 吉田 豊¹

Shizuoka Institute of Science and Technology (SIST)¹, PHOTON Design²

○K. Tanaka¹, Y. Tsukamoto¹, R. Shimidzu², and Y. Yoshida¹

E-mail: k-tanaka@ob.sist.ac.jp

【はじめに】シリコン系太陽電池中の Fe に関する知見を得ることは、発電効率の向上のために重要である。我々は、独自に開発した ^{57}Fe に応答する顕微メスバウア分光装置[1]と汎用のフォトルミネッセンス(PL)装置を用いて、シリコン中の Fe の挙動を検討してきた。前回は、レーザー照射(PL マッピング)によって Fe 汚染多結晶シリコンのメスバウア・スペクトルが変化することを報告した[2]。今回は、加速電圧を変えた電子線、あるいは波長の異なるレーザーによって Fe 蒸着境界を局所照射して Fe の挙動を検討した。

【実験方法】HF 処理した 10mm 角の多結晶と単結晶シリコン上に、 $8 \times 3\text{mm}^2$ のマスクを用いて膜厚 1.7nm の ^{57}Fe を蒸着した。その後、熱処理や試料全体へのレーザー照射等を行わなかった。Fig. 1 に示す様に、左側の ^{57}Fe 蒸着境界に、電子プローブ・マイクロアナライザ(島津製作所 EPMA-1720)を用いて、加速電圧を 5~15kV とした電子線で 1mm 角の局所照射を行った。一方、右側の蒸着境界には、顕微 PL 装置(フォトンデザイン MPL-800-SRD)を用いて、DPSS レーザ(532nm)あるいは He-Cd レーザ(325nm)で 2mm 角と 1mm 角をそれぞれ局所照射した。

【結果と考察】Fig. 2 は p 型多結晶シリコン上の蒸着境界に電子線で局所照射した時の Fe $K\alpha$ 像を示す。なお、加速電圧 5kV は Fe $K\alpha$ 線の励起電圧よりも低いため、Fe $K\alpha$ 像は原理的に得られない。10kV と 15kV の Fe $K\alpha$ 像を比較すると、15kV の方が ^{57}Fe によるコントラストが強く現れた。この傾向はいずれのシリコンウエハでも同じであった。電子線の進入深さをモンテカルロシミュレーションで計算すると、Si の場合は加速電圧 5, 10, 15kV の時にそれぞれ 0.42, 1.58, 3.26 μm となり、蒸着した ^{57}Fe は電子線によって数 μm の深さまで進入している可能性がある。

Fig. 3 は n 型単結晶シリコン上の蒸着境界に DPSS レーザで局所照射した時の強度マップと、破線部のプロファイルを示す。中央に位置する蒸着境界の右側に約 200 μm の幅で PL 強度が均一な領域(青)が存在し、更にその右側には約 300 μm の幅で急激に増加する領域(黄緑~オレンジ)が存在した。これは局所的なレーザー照射によって蒸着した ^{57}Fe が移動したと考えられる。

当日は、開発中の顕微メスバウア分光、EPMA、PL で各シリコンウエハの同一視野を観察し、電子線やレーザーによる局所照射時の置換格子位置 Fe や格子間 Fe の挙動について報告する。

【謝辞】本研究は、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「省資源型の地域産業創成を目指した微量元素分析・マッピング技術の開発と応用」、および JST「先端計測分析技術・機器開発事業」の一部として行われた。

[1] 例えば, Y. Yoshida *et al.*, *Hyperfine Interact.*, **198** (2010) 23.

[2] 田中清高, 塚本美德, 清水良祐, 吉田 豊, 2012 年秋季応用物理学会 13p-PB12-8.

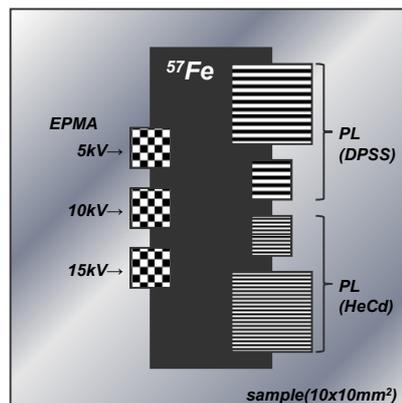


Fig. 1. A schematic drawing of ^{57}Fe -deposited area and EB and laser irradiation area.

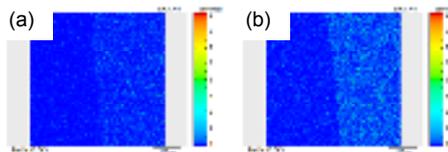


Fig. 2. Fe $K\alpha$ images of ^{57}Fe -deposited p-type mcSi wafer obtained by EPMA with accelerating voltage at (a) 10 and (b) 15 kV.

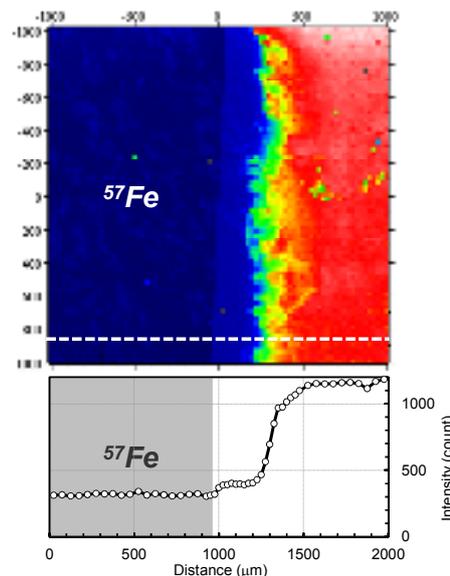


Fig. 3. PL intensity mapping and its line profile of ^{57}Fe -deposited n-type single crystal Si wafer.