

**パルスレーザーメルティング法 (PLM) によって  
硫黄を過飽和ドーピングした Si 結晶の少数キャリア濃度  
pn junction properties of mono-crystal Si hyper-doped with sulfur  
prepared by pulsed laser melting**

甲南大理工<sup>1</sup>, ○(M1)川本兼司<sup>1</sup>, 青木珠緒<sup>1</sup>, 梅津郁朗<sup>1</sup>

Dept. of Phys Konan Univ.<sup>1</sup>, ○Kenji Kawamoto<sup>1</sup>, Tamao Aoki<sup>1</sup> and Ikurou Umezumi<sup>1</sup>

E-mail: [m1821002@s.konan-u.ac.jp](mailto:m1821002@s.konan-u.ac.jp)

太陽電池の高効率化を目指して中間バンド型半導体の研究が盛んに行われている。その一つとして半導体に深い準位をもつ不純物を過飽和ドーピングし、中間バンドを形成する方法がある。過飽和ドーピングは過飽和にイオン打ち込みされた層に対してパルスレーザーメルティング (PLM) を行い、再結晶化することで実現する。これまでに PLM 法で作成した硫黄過飽和ドーピング Si の光吸収や光電気伝導が議論されているが、pn 接合特性と PLM 条件の相関関係は十分に議論されていない。再結晶化を行うためにはイオン打ち込み非晶質層の厚さを超えて基板結晶層まで熔融する必要がある。低フルエンスで熔融した方が良好な結晶性が期待されるが、基板結晶層まで熔融できない。そこでこれまでに報告されているよりも低フルエンスにおいて、基板結晶層まで十分に熔融することが可能であるイオン打ち込み深さの試料を準備した。基板には抵抗率 5~25 $\Omega\cdot\text{cm}$  の p 型 Si ウェハを用い、硫黄イオン打ち込み深さが 50nm、100nm、200nm の 3 通りの試料に対して PLM を行い、pn 接合を形成して、その特性を測定した。

それぞれの打ち込み深さに対して照射レーザーフルエンスを変化させて PLM を行い、電気伝導を測定した。全てのサンプルが整流性を示し、逆方向飽和電流はイオン打ち込み深さと PLM 時のフルエンスに大きく依存した。その結果を Fig. 1 に示す。イオン打ち込み深さが浅い試料 (50nm) ではフルエンスにはあまり依存せず、最も小さい逆方向飽和電流を示した。逆方向飽和電流は拡散係数、少数キャリア濃度、再結合寿命の 3 要素によって決定される。赤外光吸収で測定した自由電子吸収からドルーデの式を用いて電子の移動度を見積もり、拡散係数を算出すると、拡散係数には大きな違いはなかった。また、光起電力測定から見積もった再結合寿命においても桁で変わる程の違いは見られなかった。C-V 特性から拡散電位を求めたところフルエンス依存性は Fig.2 のようになり、イオン打ち込み深さに大きく依存し打ち込み深さ 50nm の試料において最大で 0.45V となった。少数キャリア濃度は拡散電位に対して指数関数的に比例する。これらの結果から硫黄過飽和ドーピングシリコンの少数キャリア濃度は PLM 条件に大きく依存し、それが pn 特性を支配していることが分かった。この手法で太陽電池を作成するためには、少数キャリア濃度と PLM 条件の相関をより詳細に調べていく必要がある。

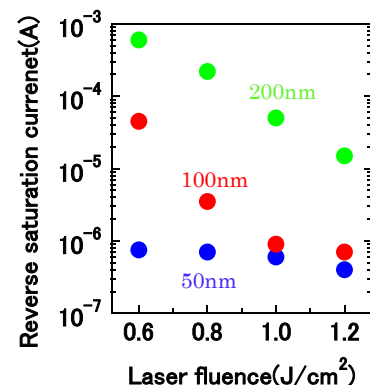


Fig.1 Reverse saturation current as a function of laser fluence.

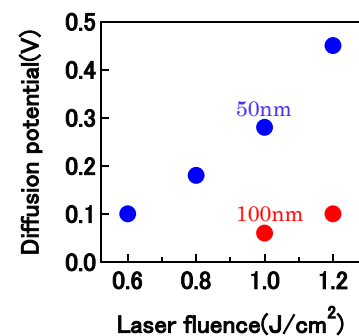


Fig.2 Diffusion potential as a function of laser fluence.