

多結晶シリコンナノワイヤの水素化処理および キャリアライフタイム評価

Hydrogen plasma treatment and minority carrier lifetime of polycrystalline silicon nanowires

東工大院理工¹, 科学技術振興機構² ○山崎竜也¹, 加藤慎也², 宮島晋介¹, 小長井誠^{1,2},
Graduate School of Science and Engineering, Tokyo tech.¹, Japan Science and Technology Agency²
○Tatsuya Yamazaki¹, Shinya Kato², Shinsuke Miyajima¹, Makoto Konagai^{1,2}

E-mail: yamazaki.t.an@m.titech.ac.jp

【研究背景】

近年、ナノ構造体を用いた太陽電池に関する研究が着目されている。我々は Si 系タンデム型太陽電池のトップセルへの応用を見据え、多結晶シリコンナノワイヤ(SiNWs)の作製に取り組んでいる。シリコンナノワイヤにおいては、量子サイズ効果によるバンドギャップ制御、及び光閉じ込め効果による光吸収の増加が期待できる。しかし、多結晶シリコンの結晶粒界、ナノワイヤ表面での再結合が、デバイス特性に多大な影響を与えると考えられる。本研究では、多結晶シリコンナノワイヤに水素化およびパッシベーション膜を堆積し、キャリアライフタイムを評価した。

【研究方法】

Al 誘起結晶化(AIC)法を用いて石英基板上に多結晶シリコン層(200 nm)を作製した後、プラズマ CVD 法でアンドープアモルファスシリコン(a-Si:H)層(3 μm)を製膜した。a-Si:H 層を固相結晶化した後、無電解銀めっき法及び金属誘起エッチング(MAE)法によりナノワイヤ化を行った。その後、原子層堆積法による Al₂O₃ パッシベーション膜の堆積を行い、フォーミングガス(FG)雰囲気中でアニールを行った。水素化処理の影響を検討するため、パッシベーション膜の製膜前もしくは FG アニール後に水素化処理を行った。なお、ナノワイヤ化後の各プロセスステップにおいて、マイクロ波光導電減衰法(μ -PCD 法、レーザー波長: 904 nm)により、キャリアライフタイムを評価した。

【研究結果】

各プロセスステップにおけるキャリアライフタイムを Fig.1 に示す。多結晶シリコンナノワイヤにパッシベーション膜を作製しない場合、ライフタイム測定においてノイズレベル以上の信号を確認することが出来なかった。これは、ナノワイヤ表面に非常に多くの欠陥が存在し、ライフタイムが非常に小さいためと考えられる。しかし、プラズマ水素化処理後、パッシベーション膜を堆積し、アニールを行ったところ、Fig. 2 に示す減衰曲線が得られた。得られたライフタイムは 8.16 μsec であり、薄膜太陽電池への応用が可能なレベルである。プラズマ水素化処理、パッシベーション膜作製およびアニールにより、欠陥が大幅に低減したためと考えられる。

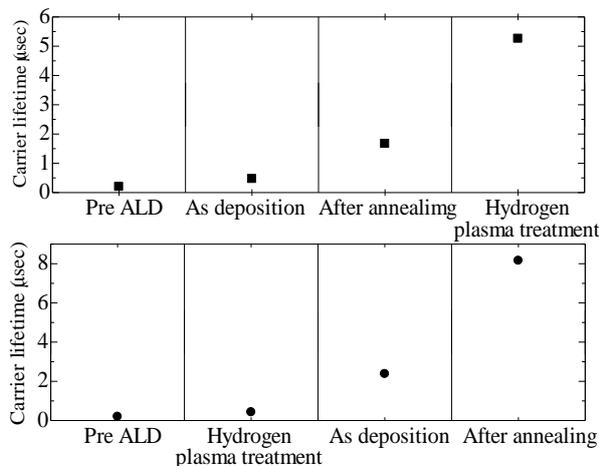


Fig1. Influence of nanowire fabrication process on carrier lifetime

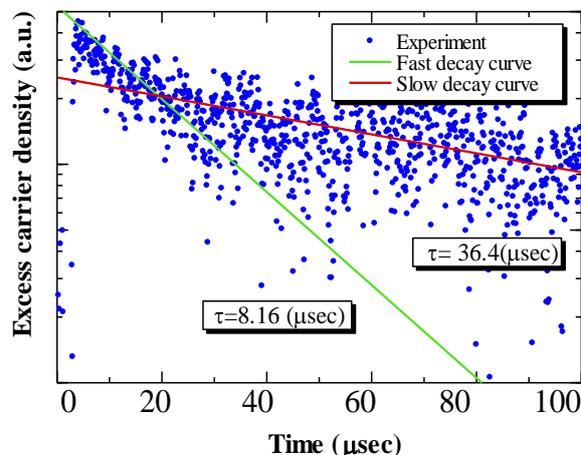


Fig2. Transient response of excess carrier density in a poly SiNWs

【謝辞】本研究は文部科学省「革新的エネルギー研究開発拠点形成事業(FUTURE-PVInnovation)」の委託により行われたものである。