

低温高速スパッタエピタキシーによる Si 系材料の厚膜化と太陽電池応用 High Speed Sputtering Epitaxy of Si Based Materials and Its Application to Solar Cells

島根大¹, °葉 文昌

Shimane Univ.¹, °Wenchang Yeh¹

E-mail: yeh@riko.shimane-u.ac.jp

我々はこれまでに DC スパッタ堆積法により 175℃で 3 nm/s の速度で Si(100)基板上に Si 及び Ge のスパッタエピタキシ(スパッタエピ)を実現してきた[1,2]. スパッタ法は原料コストが低い, 低温, 高速, 安全, 無毒, 大面積化に対応可能等, PECVD 法や MBE 法にない利点を有する. 高エネルギー粒子による欠陥発生は否めないが, 太陽電池等の大面積デバイスではそれは必ずしも致命的とはならないし, パシベーションにより改質も可能である.

スパッタエピを使えばガラス上の結晶 Si 薄膜を厚膜化して太陽電池応用することができる. また Ge ヘテロエピを組み合わせば波長 1600 nm までの光を吸収することが可能で, Si 膜の透過損失を解決して変換効率の増大が期待できる. 但し Si と Ge を直列接続した場合では光電流の mismatch で光電流が有効に取り出せなくなるので, 我々は図 1 に示す Si/Ge-Ge 太陽電池を提案している. ここでは Si セルと Ge-Ge(又は SiGe_x-Ge)セルを並列接続することで電圧マッチングを実現している. 本太陽電池はガラス上の Si 結晶薄膜の上にエピ成長して実現する. 本太陽電池を実現するために, 我々は 1.ガラス上 Si 極薄膜のレーザ結晶化, 2. Si 極薄膜のスパッタエピ厚膜化, 3. スパッタエピによる pin-Si 形成, 4.pin-Ge 形成に取り組んでいる. 1 については UV ダイオードレーザアニール(UV-DLA)装置を開発し, レーザ結晶化履歴に影響されずに面内に均一にラテラル成長できる新しい成長方法を提案している[3]. 2 についてはエキシマレーザで形成した Si 結晶粒上にスパッタエピできる可能性を示している. 3 についてはスパッタエピで n⁺エミッタ層を形成した Si 単結晶太陽電池を実現していた[4]. 最近では初めて光吸収層もスパッタエピで形成した pin-Si 太陽電池を作製し, 光吸収層 1300 nm で変換効率 2.5%を実現している[5]. 4 については Ge エピ膜の n 型と p 型の 10²⁰ cm⁻³ 高濃度ドーピング[6,7], 接触抵抗 7×10⁻³ Ωcm² 以下の n-Ge/Al オーミック接触[8], Ge エピ膜の高品質化[9]などを実現している. 本発表ではそれらの成果を紹介する.

[謝辞] 本研究は、JST 戦略的創造研究推進事業 ALCA の一環として行われたものである。

[参考文献] [1] Yeh et.al, Electrochem. Solid State Lett., 12H67, 2009, [2]葉ら, 58 回 JSAP 連合講演会 27a-BL-11(2011). [3]森岡ら,本大会. [4] 葉ら,IEICE SDM 研究会 111(2011)31. [5]建部ら,本大会.[6]杉原ら, 第 73 回 JSAP 学術講演会 16.3 12p-F6-14 (2012). [7]早瀬ら,第 73 回 JSAP 学術講演会 16.3 12p-F6-14 (2012). [8]松本ら,第 73 回 JSAP 学術講演会 13.5 11p-F5-11 2 (2012). [9]早瀬ら,本大会.

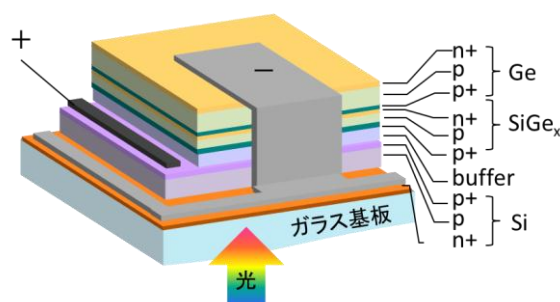


図1 Si/Ge-Ge並直列太陽電池構造