

## RF および VHF-PECVD にて成膜された真性アモルファスシリコン層を有する シリコンヘテロ接合太陽電池の特性比較

Comparison between Intrinsic Amorphous Silicon Layers Deposited by RF and VHF-PECVD in  
Silicon Heterojunction Solar Cells

長州産業株式会社 ○中村宣孝, 渡部嘉

Choshu Industry CO., LTD. °Nobutaka Nakamura, Yoshimi Watabe

E-mail: n.nakamura@choshu.co.jp

シリコンヘテロ接合 (以下、SHJ) 太陽電池はシリコン単結晶ウェハ上にアモルファスシリコン層を形成するという異種シリコン接合であり、多くの場合、その接合界面にドーピングされていない真性なアモルファスシリコン (以下、a-Si) 層が介在し、それも SHJ 太陽電池の大きな特長の一つである。それら真性アモルファスシリコン (以下、i-a-Si) 層は界面でのキャリア再結合の抑制に寄与し、良好なパッシベーション特性を示す。しかし一方で、この i-a-Si 層の膜厚、特に光入射側に配置された i-a-Si 層の膜厚を増加させると、セルとして得られる短絡電流  $I_{sc}$  の低下を招く。膜厚を増やすことによりパッシベーション性能が高くなり、より高い開放電圧  $V_{oc}$  が得られるようになるものの、i-a-Si 層自身の光吸収により電流損失が発生し、膜厚とともに短絡電流は低下する。これは窓側に配置された a-Si 層内で生成された多くのキャリアが電流として取り出されることがなく消滅していることを意味する。我々は今回、i-a-Si 層の形成に 13.56MHz と 40.68MHz の 2 種類の高周波電源を備えた PECVD 装置を用い、それにより作製された太陽電池セル特性の違いを評価した。

CZ 単結晶(100)基板を用い、アルカリ溶液によるテクスチャー表面を形成した後、窓側となる面に i/p 型、裏面に i/n 型の a-Si 層を PECVD により積層した。その後、両面に透明導電膜層を成膜し、スクリーン印刷法により集電電極を形成した。窓側の i-a-Si の膜厚を 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14nm と変化させた 7 種類のセルをそれぞれ RF (13.56MHz)、VHF (40.68MHz) の 2 つの電源を用いて計 14 枚作製し、比較・評価した。窓側 i-a-Si 層以外の膜厚は標準的な条件を適用した。

図 1 は波長 300nm から 600nm までの IQE 特性の膜厚依存性を示す。RF、VHF どちらの場合も膜厚の増加に伴う大きな量子効率低下を観察できる。これは先に述べた通り、i-a-Si 層内で生成されたキャリアの多くが損失となっていることを示している。しかし、i-a-Si 層が全く光電流に寄与していないと仮定した場合、吸収係数から見積もられる内部量子効率は図 1 に示される実際の値よりも大幅に小さな値となることが計算により分かった。つまり、i-a-Si 層で生成されたキャリアの一部分は光電流として取り出され、発電に寄与しているということになる。さらにその寄

与割合は RF よりも VHF の方が大きいことが実験結果および計算より示唆された。

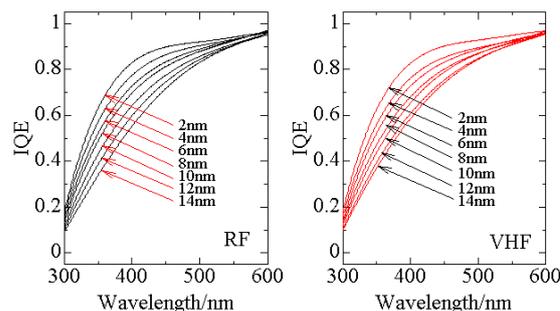


図 1. SHJ 太陽電池セルにおける内部量子効率の i 層膜厚依存性

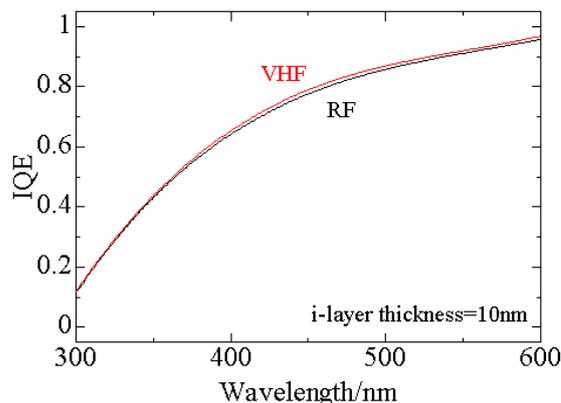


図 2. RF-および VHF-PECVD により作製されたセルの内部量子効率の比較

図 2 に i-a-Si 層の膜厚が 10nm の時のデータを抜き出して RF および VHF との比較をしたグラフを示す。この波長領域においてわずかではあるがやはり VHF によって形成された膜の方が高い IQE、すなわち高い電流特性を示していることがわかる。さらにこれら作製されたセルの曲線因子 FF 特性についても RF よりも VHF の方が若干高い値を示す傾向にあり、これらの結果から VHF-PECVD を用いて a-Si 層を成膜すると RF に比べて、太陽電池として電気的特性に優れた a-Si 膜を形成することが出来るという可能性が示唆された。