

ピラミッド凹凸面のキャリア濃度深さ方向分析： 電子顕微鏡を用いた電解液容量電圧(ECV)法の較正

Carrier Concentration Profiling on Pyramid Texture Surface:

Calibration of Electrochemical Capacitance Voltage using Scanning Electron Microscopy

ECN(蘭)¹, 京大², テンプレス(蘭)³, 小松 雄爾¹, 原田 大資^{1,2}, Erik W. Schuring¹,

Ard H.G. Vlooswijk³, 香取 重尊², 藤田 静雄², Ilkay Cesar¹

ECN (NL)¹, Kyoto Univ.², Tempres (NL)³, Yuji Komatsu¹, Daisuke Harata^{1,2}, Erik W. Schuring¹,

Ard H.G. Vlooswijk³, Shigetaka Katori², Shizuo Fujita², and Ilkay Cesar¹

E-mail: komatsu@ecn.nl, url: <http://www.ecn.nl>

【序】結晶 Si 太陽電池の表面キャリア濃度の深さ方向分析には、二次イオン質量分析(SIMS)法がよく利用されるが、設備そのものが安価で設置できる電解液容量電圧(ECV)法が、近年その操作性や正確さが改善されたことにより、利用される機会が増えている。この方法は、SIMS では困難であった凹凸(texture)表面での深さ方向分析も実質的に可能であるが、太陽電池本来の構造が凹凸面を必要としているにもかかわらず、凹凸面の評価結果を報告した例は少ない。ECV によるキャリア濃度と深さの計算には凹凸面表面積の正確な見積りが必要だが、見積りのための信頼できる較正基準の確立が必要である。本研究では、ECV 深さ方向分析と、高濃度ドーピング層の断面 SEM 像を比較することによって、単結晶 Si 太陽電池に典型的なピラミッド凹凸面での較正を試みる。

【実験】鏡面研磨及びアルカリ異方性エッチしたシリコン基板に BBr₃ によるホウ素拡散を施した試料を、WEP 製 CVP21 を使用し、測定環面積 0.10cm²にて ECV 測定した。測定環面積は、鏡面研磨基板試料を測定した後の、測定孔を段差測定することによって較正した。断面へき開した試料を JEOL 製 JSM6330F 或は Hitachi 製 SU-70 にて電子線加速電圧 1.0kV にて SEM 観察した。

【結果と考察】鏡面研磨基板を用いて断面 SEM 観察と ECV 測定を行ったところ、コントラストの境界は pn 接合の境界ではなくキャリア密度($N \approx 1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$)に表れた[図 1]。これは拡散条件を変えたものや p 型基板を用いた場合でも同様であった。これは低濃度領域では空乏層幅が広がりすぎて深さ方向への測定誤差が大きくなる ECV にとって好都合である。

アルカリ異方性エッチによるピラミッド凹凸基板では、断面 SEM で観測されたコントラスト境界が、ECV 深さ分析曲線において $N \approx 1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ になるよう、ECV 測定環と電解液に接触している凹凸面の面積比 (Area Factor) のフィッティングを行った。図 2 に示すように、Area Factor が 1.73 すなわち $\sqrt{3}$ のときによく一致する。これはピラミッド面の幾何学的投射面積比にほぼ等しい。

発表時には、こうして較正した Area Factor = 1.73 を用いて、BBr₃ 或は POCl₃ による気相拡散を、ピラミッド凹凸基板と鏡面研磨基板に同時に施した場合の ECV 比較例も紹介する。

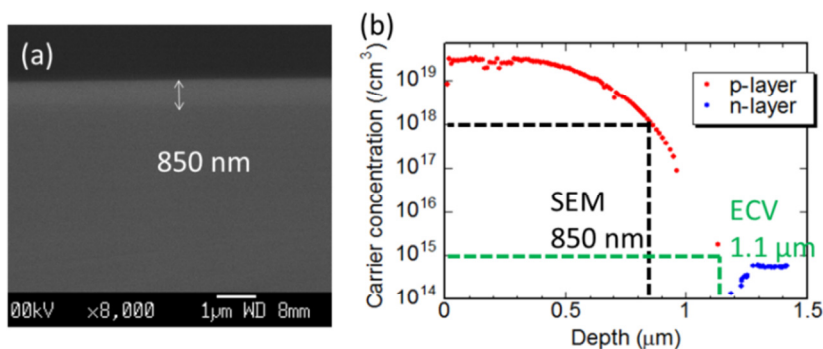


図 1 鏡面研磨基板へのホウ素拡散層の断面 SEM 像と ECV 分析

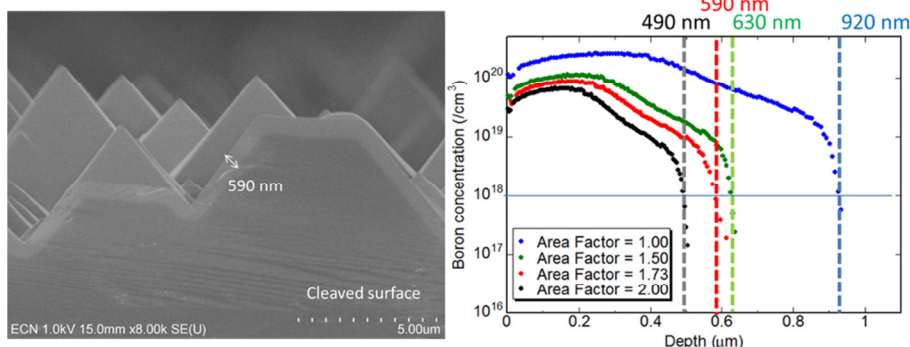


図 2 ピラミッド凹凸基板へのホウ素拡散層の断面 SEM 像と ECV 分析