

化学的転写法で形成した極低反射率 Si 表面の微細構造解析

Microstructural analysis of ultra-low reflectivity Si surfaces fabricated by surface structure chemical transfer method

阪大産研¹, CREST-JST² ○Xie Wen^{1,2}, 入鹿 大地^{1,2}, 野中 啓章^{1,2}, 高橋 昌男^{1,2},
今村 健太郎^{1,2}, 小林 光^{1,2}

ISIR, Osaka Univ.¹, CREST-JST², ○Wen Xie^{1,2}, Daichi Irishika^{1,2}, Takaaki Nonaka^{1,2},
Masao Takahashi^{1,2}, Kentaro Imamura^{1,2}, Hikaru Kobayashi^{1,2}

E-mail: shabun42@sanken.osaka-u.ac.jp

表面反射率の低減は、太陽電池の効率向上の重要な要因の一つである。単結晶 Si 太陽電池では、アルカリ溶液中での異方性エッチングによりピラミッドテクスチャー構造を形成することによって Si 表面の反射率を低減しているが、400~1000 nm における反射率は~10%以下にはならない。

我々は、Si ウェーハを HF+H₂O₂ 混合溶液中に浸漬し、そこに金属触媒を接触させることで、極低反射率 Si 表面（反射率 3%以下）を形成する技術を開発している（化学的転写法、Surface Structure Chemical Transfer; SSCT）。SSCT 法を用いることで、Si 表面に Si ナノクリスタルが形成され、これにより極低反射率を実現している。本研究では、TEM、SEM 観察及び X 線回折（XRD）から表面の微細構造を解析し、極低反射率の発現について考察する。

図 1 は、SSCT 処理後の Si ウェーハ断面の TEM 像である。10 nm 以下のサイズของ ナノクリスタルが生成し、表面からウェーハ内部に向かって、結晶サイズが増大するとともに空孔率が減少していることが観察された。視斜入射 XRD 測定においても、表面から内部に向かって結晶子サイズが増大していることを確認した。SSCT 処理を行った単結晶シリコン試料について、表面からの深さに対してナノクリスタルの空孔率をプロットした（図 2）。反射率 3%以下の極低反射率の Si 表面の場合には表面から緩やかにナノクリスタルの空孔率が減少した（図 2a）。従って、表面の屈折率は空気 of 1 に近く、深さとともに連続的に増加し、結晶シリコンとの界面近傍では、シリコンの値（3.5~4.5）に近くなると考えられる。表面でも界面でも二相の間で屈折率に大きな差がないために、極低反射率が実現されたと結論した。反射率 10%程度の Si 表面の場合には、深さ 90 nm 付近から急激に空孔率が減少した（図 2b）。急激な空孔率の変化は不連続な屈折率の変化を生じ、これが 10%程度の反射率の原因であると考えられる。

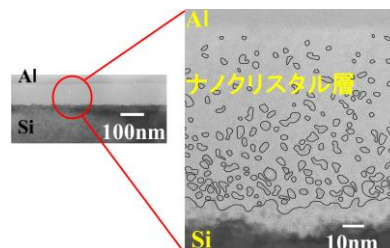


図 1. SSCT 処理後の Si 試料の断面 TEM 像。枠で囲んだ部分がナノクリスタル。

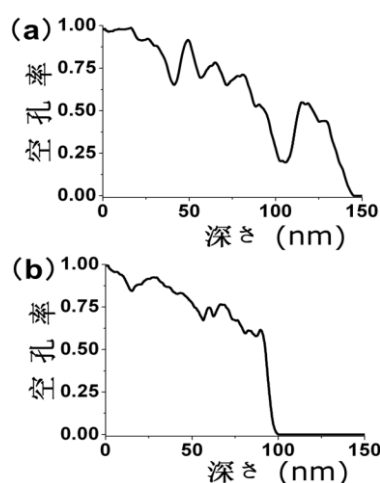


図 2. Si ナノクリスタル層の空孔率の深さ分布。a: 反射率 3% 以下、b: 反射率~10%の Si 試料。