

陽極化成にともなう Si 表面の亀裂とピンホールの生成

薄膜・表面物性研究室 奥澤 浩史
T995017 Hiroshi Okuzawa

目的

陽極化成によって作製したポーラスシリコン(PS)は、発光に寄与するナノサイズのシリコン(Si)微粒子の他に、表面に数 μm 以上の大きさの亀裂(ヒビ)が発生している。電子デバイスのためには均一な表面が望まれる。陽極化成の初期において亀裂がどのように発生するか、その過程を調べた。

実験

p型(100) Si ウェーハ($\rho=5\sim 15\ \Omega\text{cm}$)の裏面にアルミニウム(Al)をスパッタ蒸着し、Alがフッ酸に溶けないようにWAXを塗った。陽極にSi、陰極に白金を接続し、温度18℃にてフッ酸溶液中で陽極化成を行い、PSを作製した。PSを作製する際、陽極化成する部分が $1.0\times 1.0\ \text{cm}^2$ となるように設定し、5分後に0.5cm引き抜くことで化成時間の異なる2つのサンプルのPSを作製した。このとき $1.0\times 1.0\ \text{cm}^2$ の部分と $0.5\times 1.0\ \text{cm}^2$ の部分の電流密度が等しくなるように調整を行った。作製したPSを光学顕微鏡で観察し、デジタルカメラで写真に収め、傷の発生数を数えた。

結果と考察

Siの表面が多孔質化する機構は次のようである。HF溶液中でホールの供給によりSi表面にあるSi-Hの結合は弱まる。次いで電気陰性度の最も強い F^- イオンによってSi-Hの結合が切られ、最表面はSi-Fの結合になる。これが繰り返し替えされ、 SiF_4 として溶液中に溶け出す。陽極化成後、Si表面には直径数 μm の穴が多数発生していることがわかった。ただし、陽極化成していないSi表面を顕微鏡で見ても、すでにSi基板に傷のようなものができていた。化成時間を増やすと、穴は星形のように大きく広がっていった。



図1. 5分後の表面(中心部)

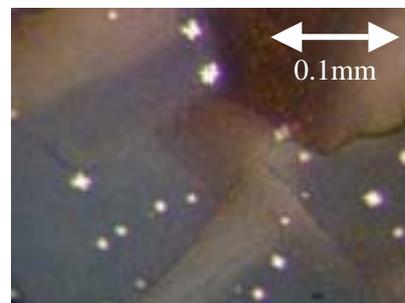


図2. 7分後の表面(中心部)

また、表面の穴の数も時間とともに増えていた(図3)。全体的に化成部の端には穴が多く、中心部と喫水部には少なかった。同様に、大きい穴は端に、小さい穴は中心に多く存在していた。亀裂は、端に比べて喫水部には少なかった。

結論

陽極化成を行うと、当初からSi基板に存在していたものに加え、新たな穴が発生した。これらの穴は、化成時間とともに星型に大きく成長していった。

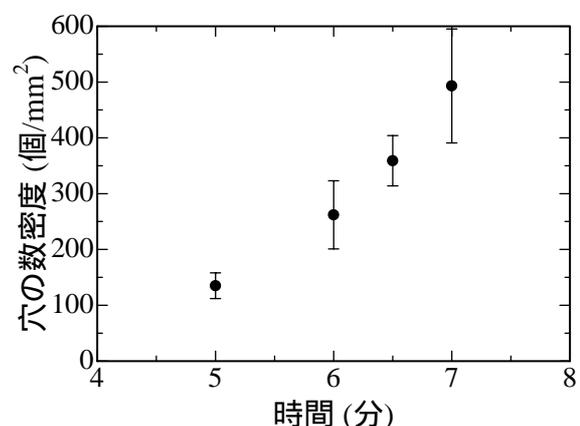


図3: 穴の数密度の経時変化