

ポーラスシリコンの化成条件と PL スペクトル

表面物性研究室 多久島 和弘

T995048 TAKUSHIMA, Kazuhiro

目的

ポーラスシリコン(PS)のフォトルミネッセンス(PL)発光に関する詳細なメカニズムはいまだに不明な点が多い。明るく、青色、均質で平坦性のよい PS を形成させることを目指して、化成電流密度や化成時間等の作製条件を変えて、得られる PS の構造および PL スペクトルの変化を調べた。

実験

p 型(100) Si ウェーハ($\rho = 6 \sim 10 \Omega\text{cm}$)の裏面に電極として Al をスパッタ蒸着した。Al 電極がフッ酸によって腐食しないように Wax を塗った。そして、シリコン Si を陽極、白金 Pt を陰極とし、フッ酸溶液(HF(46%) : エタノール($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) = 1 : 1) 中で陽極化成を行い、PS を作製した。化成条件として、電流密度と化成時間を変えた。PL は、半導体レーザー(波長 409nm、出力 5mW)で励起させた。光学顕微鏡ステージ上に試料を固定し、発光部の光を集光し、光ファイバーを用いて分光器に導き、スペクトルを測定した。

結果と考察

ポーラスシリコンは、Si 内部から供給される hole が F^- を呼び込んで SiF_4 を形成して溶け出して、Si 中に深い穴があき、残された Si が柱状になった構造体と考えられている。こうしてできた Si 微結晶は光励起により、PL 発光を生じる。また、微結晶のサイズが小さくなると、量子効果によって発光波長が短波長側にシフトする。図 1 より化成時間とともに、発光ピークがブルーシフトしていることから、時間とともに側壁がエッチングされて粒径が小さくなったものと考えられる。

これに対し、電流密度を変えた場合は、発光強度には変化が見られるものの、ピーク位置に大きな変化は現れなかった(図 2)。すなわち、電流密度は Si 微結晶のサイズにそれほど影響を与えない。電流密度は直接、電気化学反応にかかわり、穴の先端部の溶解を支配すると考えられる。電流密度が増ええると、より深い穴が形成され、結果的に、PL を示す領域(実表面積)が増加して、強度が増加するのではないかと考えられる。試料の場所によって、PL のピーク位置が変わらない(図 3)ことも、この形成モデルに一致している。

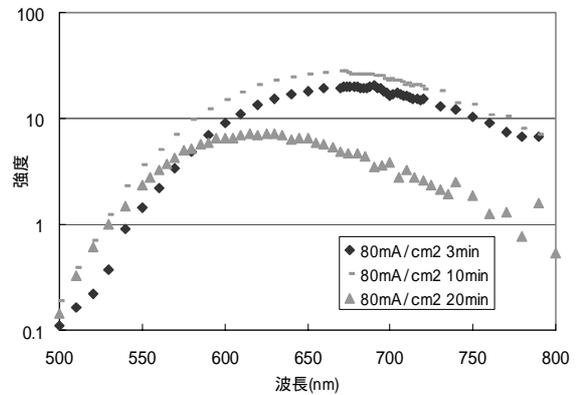


図 1. PL スペクトルの化成時間による青色偏移

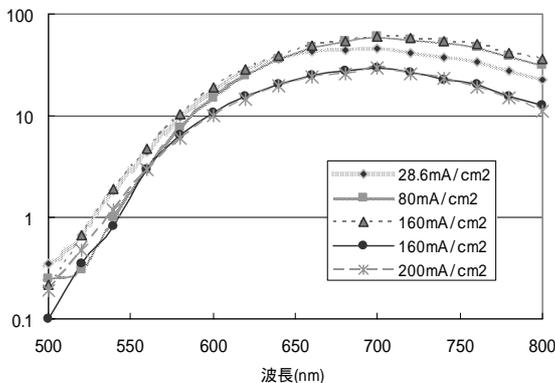


図 2. 電流密度による PL 発光スペクトルの変化

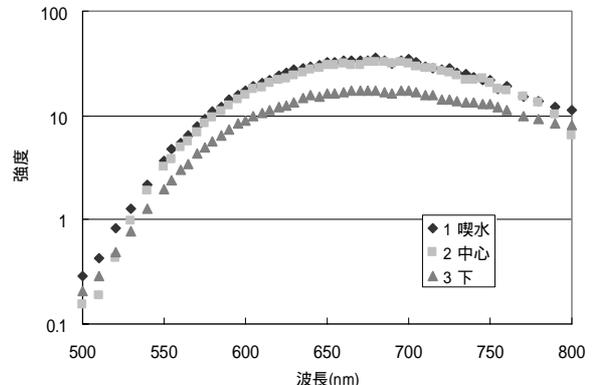


図 3. 試料位置による PL 発光スペクトルの違い

結論

- ・化成時間を増やすと、PL 発光ピークは青色偏移する。
- ・電流密度は発光強度を強くするが、PL ピーク波長にそれほど影響を与えない。