

応用物理学会学術講演会予稿

Extended Abstract of the Japan Society of Applied Physics

HF 溶液中での Nd-YAG LASER 加工による p-Si 表面評価

Study of p-Si surface damaged by Nd:YAG LASER processing in HF solution

○宮澤 明久¹、村田 悠馬¹、小野 洋¹、田中 勝己¹(1. 電通大)

○Akihisa Miyazawa¹, Yuma Murata¹, Hiroshi Ono¹, Katsumi Tanaka¹ (1. UEC.)

E-mail: miyazawa@tanaka.ee.uec.ac.jp

実験背景

Si 基板の表面を加工し、表面積を増加させることで電極界面での電荷移送反応を増やしエネルギー変換効率の改善へ応用する研究として、太陽電池や光電気化学水分解がある。このような Si 表面加工の方法として陽極酸化法などがあるが、本研究は新たに p-Si を HF 溶液中で LASER 加工することにより Si 表面積を増加させることを期待した。本発表では、この HF 溶液中での LASER 加工における p-Si 表面の評価結果を報告する。

実験方法

試料は、Nd:YAG LASER(Continuum Surelite LASER)を用いて波長 266 nm、フルエンス 0.2 J/cm² により p-Si 基板(0.7×0.7 cm²、<100>、14~22 Ω・cm)をスターラにより回転させながら HF 溶液(45~48%)中で加工した。p-Si 基板表面の評価を FT-IR(Nicolet iS10 FT-IR)、ラマン分光法(日本分光株式会社 NSR-3100)と SEM(日本電子 JXA-8530F)により評価した。

測定結果

Fig. 1. は HF 溶液中で LASER 加工を行う前後と HF 溶液に浸す前の p-Si 基板の FT-IR によるスペクトルである。三つのスペクトルに共通して 1100 cm⁻¹ 付近:Si-O-Si-の非対称伸縮振動モード、810 cm⁻¹ 付近:Si-O 対称伸縮振動モード、610 cm⁻¹ 付近:Si-Si、大気中に存在する H₂O 由来の振動モードを観測した。HF 溶液中 LASER 加工後の試料のみ 2100 cm⁻¹ 付近に Si-H 結合吸収、Si-H₂ 非対称伸縮振動モード、Si-H₃ 結合吸収の重なったピークを観測した。Fig. 2. はラマン分光法によるスペクトルを示している。519 cm⁻¹ に c-Si のピーク、950 cm⁻¹~1000 cm⁻¹ に Si-Si の二次ピークを観測した。さらに極々微弱ではあるが 300 cm⁻¹ 付近~400 cm⁻¹ 付近に掛けて広いピークが観測された。また SEM による観測では比較的広域に孔(直径 1~3 μm、深さ 0.5~3 μm)が多数分布しているのが観測された。

考察

FT-IR のスペクトルでは水素終端した Si-H 結合吸収、Si-H₂ 非対称伸縮振動モード、Si-H₃ 結合吸収の重なったスペクトルを観測することで FT-IR の感度から表面積の増加を確認した。この背景としてフッ酸溶液中では、LASER 光による光励起が p-Si 表面で起こり、HF との反応を促し、結果粗い表面が形成されたと考えられる。また SEM で観測したようにポーラス形成には陽極酸化によるナノポーラス Si 形成によって報告された¹⁾ のと同様に Si ウェ

ハー内のドーパントの濃度分布が関わっていると推測される。ラマン分光法では Si 表面を観測した。一般に c-Si ピークは 519 cm⁻¹ に現れ、a-Si の TO、LO、TA、LA ピークが 300 cm⁻¹~500 cm⁻¹ に現れることが知られている。²⁾ Fig. 2. b) のラマンスペクトルでは半値幅が 3.94 cm⁻¹ で、a) は 4.83 cm⁻¹ であった。またピーク位置がそれぞれ 520 cm⁻¹、519 cm⁻¹ であり、b) では極々微弱ではあるが 300 cm⁻¹~400 cm⁻¹ に広いピークが見られることから Si 表面は LASER 加工により非晶質化されたと考えられる。

結論

Si 基板表面は HF 溶液中で LASER により加工された。LASER 光により HF と Si の反応が促進され表面が粗くなり広域でポーラス化された。しかし Si 表面では結晶性を保ったまま加工されることはなく非晶質となってしまう。

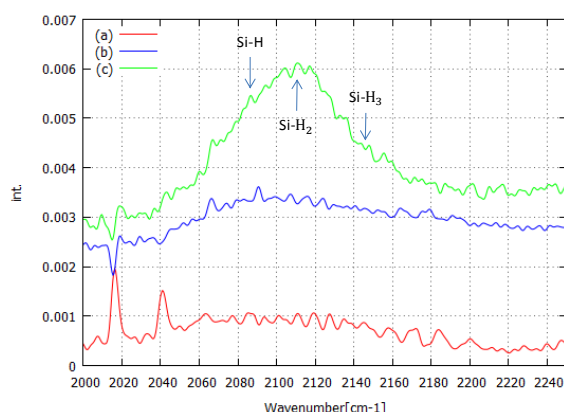


Fig. 1. FT-IR spectra of p-Si substrate a) non-treatment, b) as-damaged in HF solution, c) damaged in HF solution

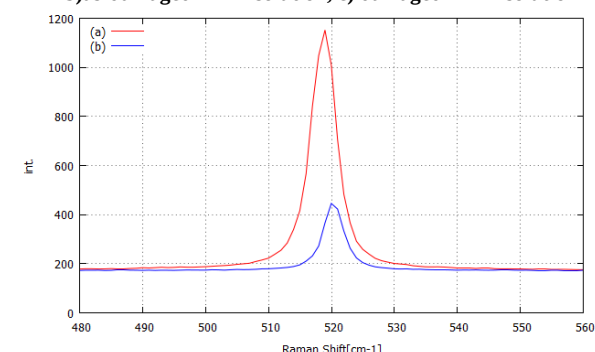


Fig. 2. Raman Spectra of surface of p-Si substrate a) damaged in HF solution, b) non-treatment

参考文献

- (1) P. C. Searson, J. M. Macaulay J. Appl. Phys. 72 253 1992
- (2) F. S. Tehrani, B. T. Goh J. Mater. Sci: Mater Ele 24 1361 2012