

アモルファス炭素膜の電気的特性に及ぼす安定同位体の影響

Effect of stable isotopes on electronic properties of amorphous carbon film

○鈴木 裕太郎¹, 鈴木 常生², 神田 一浩³, 大竹 尚登¹, 赤坂 大樹¹

(1. 東工大, 2. 長岡技科大, 3. 兵庫県立大)

○Yutaro Suzuki¹, Tsuneo Suzuki², Kazuhiro Kanda³, Naoto Ohtake¹, Hiroki Akasaka¹

(1.Tokyo Inst. of Tech., 2.Nagaoka Univ. of Tech., 3.Univ. of Hyogo)

E-mail: suzuki.y.bm@m.titech.ac.jp

1. 緒言

アモルファス炭素 ($a\text{-C:H}$) 系膜の主成分である炭素 ^{12}C や水素 ^1H には安定同位体 ^{13}C , D (重水素) が存在する. 同位体元素は原子間結合エネルギー等が異なる為¹⁾, ^{13}C や D への置換により $a\text{-C:H}$ 膜の特性を変化可能であると期待出来る. 本研究では, 同位体メタン系原料を用いて D や ^{13}C から成る $a\text{-C:H}$ 系膜を作製し, その電気的・光学的特性を評価した.

2. 実験方法

$a\text{-C:H}$ 系膜は高周波プラズマ化学気相成長法により $p\text{-Si}(100)$ ($0.1\ \Omega\text{cm}$), $n\text{-Si}(100)$ ($1\ \Omega\text{cm}$), コーニング#7059 ガラス及び石英基板上に作製した. 高純度メタン, ^{13}C メタン, メタン- D_4 から其々水素化アモルファス炭素 ($a\text{-}^{12}\text{C:H}$), アモルファス同位体炭素 ($a\text{-}^{13}\text{C:H}$), 重水素化アモルファス炭素 ($a\text{-}^{12}\text{C:D}$) 膜を作製した. 20 W の高周波 (13.56 MHz) 電力を基板に印加し, 電極間距離 20 mm, メタン流量 $3\ \text{cm}^3/\text{min}$, 12 Pa で膜を基板上に堆積させた. 作製した膜の含有水素量, sp^2/sp^3 比, 不対電子密度, 光学バンドギャップ及び Si との積層構造における電気伝導特性を評価した.

3. 結果

ESR 測定から得られた $a\text{-}^{12}\text{C:H}$, $a\text{-}^{13}\text{C:H}$, $a\text{-}^{12}\text{C:D}$ 膜の不対電子密度は其々 1.4×10^{21} , 1.4×10^{21} , $1.0 \times 10^{21}\ \text{cm}^{-3}$ であり, $a\text{-}^{12}\text{C:D}$ 膜の不対電子密度が $a\text{-}^{12}\text{C:H}$ 膜と比較して低かった. Figure 1 に各膜の Tauc プロットを示し, この結果得た $a\text{-}^{12}\text{C:H}$, $a\text{-}^{13}\text{C:H}$, $a\text{-}^{12}\text{C:D}$ 各膜の Tauc ギャップは其々 1.17, 1.20, 1.56 eV であった. 欠陥密度の低い $a\text{-}^{12}\text{C:D}$ 膜のバンドギャップが大きいことから, 重水素終端によってギャップ内準位が減少し, 光学ギャップを増加させたと示唆された.

参考文献

[1] K. B. Wiberg; *Chem. Rev.*, 55 (1955) 713-743.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 24760254 及び日本板硝子材料工学助成会の助成を受けて実施された.

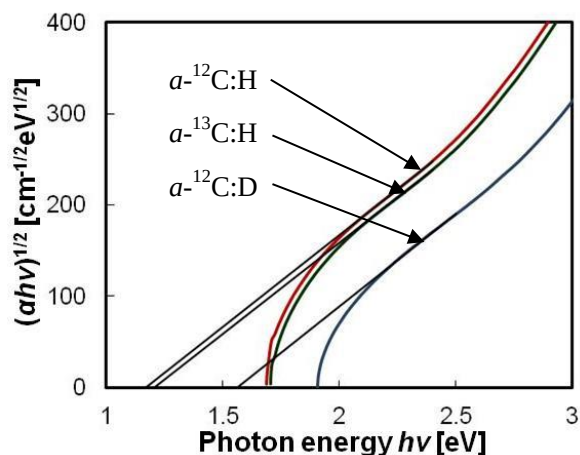


Fig. 1. Tauc plots of $a\text{-C:H}$ films.