多結晶 TiO_2 薄膜のフォトリフレクタンス分光

Investigation of Nanostructured TiO_2 Films with Photoreflectance Spectroscopy

福井大工 [1]，兵県大工 [2]　○牧野 哲征 [1]，小林 英一 [1]，伊藤 省吾 [2]

Univ. of Fukui [1]，Univ. of Hyogo[2] T. Makino [1], E. Kobayashi [1], S. Ito[2]

E-mail: makino@fuee.u-fukui.ac.jp

1. 緒　言

フォトリフレクタンス（以下 PR）分光は各種半導体材料評価ツールとして重要になってきており[1]、最近では半導体界面や量子構造にもその測定対象が広がってきている。多くの場合、その測定対象は単結晶やエピタキシャル薄膜であり、表面性に劣る多結晶薄膜などについては、綺麗なデータを得るのが難しいとされてきた。変調スペクトル波形は微分形であるため、理想的にはバックグラウンドフリーなデータ取得ができるという特長を有するが、付加的なレーザー光による外部摂動に基づいた PR の場合、ルミネセンスなどのスプリアス信号は正しく $\Delta R/R$ を求める上での障害となってきた。

このように反射型変調分光においては $\Delta R/R$ という物理量が重要となる。ここで ΔR は変調された反射率，R は DC 反射率である。さまざまな方法が採用されているが、Shen らの研究グループ[2]は可変減光フィルタの制御により検出波長 λ によらず R を一定にすることでスプリアス信号を精度よく落とせることを理論的に示した。

本発表では TiO_2 薄膜の PR スペクトルにおける各種改善効果について報告する。

2. 実験手順

文献[4]におけるフィルタの駆動回路の構成はアナログ素子を中心とした大掛かりなもので，ノイズや熱ドリフトなどの影響が避けられていないと想像される。むしろ現代ではマイコンに代表される小型ディジタル素子の入手性も良く、電源投入で自動制御を開始するなど作業性も良いため、それらと相性の良いステッピングモータによる駆動とすることとした。AC 電源ではなく、鉛蓄電池を駆動源とすることによる更なる SN 比の向上に努めた。光源としては HeCd レーザー(約 3.8 eV)を用い、測定対象は、フッ素ドープの SnO_2 ガラス基板上に噴霧法で作製した多結晶 TiO_2 薄膜である。すべての測定は室温で行った。

3. 実験結果と議論

多結晶 TiO_2 薄膜における PR スペクトルを測定したところ、3.2 eV 付近に構造を観察した。TiO_2 (アナターゼ型)における直接端のバンドギャップエネルギー (3.9 eV)にも SnO_2 のバンドギャップエネルギー (3.6 eV)にも一致しない。Seebauer のグループ[4]も同様のエネルギー領域に TiO_2/Si にて観測に成功している。間接端のバンドギャップエネルギーに対応しているかもしれないし、界面由来の構造を見ているのかもしれないが、詳細なアサインメントについては今後の課題である。

4. 参考文献

[1] F. H. Pollak *et al.*, Mater. Sci. Eng. **R10** 375 (1993).

[2] H. Shen *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **58** 1429 (1987).

[3] 小林ほか: 応用物理学会秋季講演会(新潟市) 14a-P2-8 (2016).

[4] M.C.K. Sellers and E. G. Seebauer, AIChE J. **59** 1049 (2013).

© 2018年 応用物理学会