

# フォトリフレクタンス分光における光強度規格化マイコン制御システムの構築

## Structuring Control Systems for Normalization of Optical Intensity

### with Microcomputer on Photoreflectance

福井大工<sup>1</sup> ○小林 英一<sup>1</sup>, 牧野 哲征<sup>1</sup>, 橋本 明弘<sup>1</sup>

Univ. of Fukui<sup>1</sup>

E-mail: ei-koba@u-fukui.ac.jp

#### 1. 緒 言

変調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いる<sup>[1]</sup>。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。スペクトル変調度 ( $V_{ac} / V_{dc}$ ) は弱い時には  $10^{-6}$ , 強くても  $10^{-2}$  の範囲に及ぶ。それゆえ測定には高感度な位相敏感検波器, ロックインアンプが用いられる。変調スペクトル波形は微分形であるため, 変調分光法はバックグラウンドフリーなデータ取得ができる。また励起子励起準位などバンド端近傍の微小なスペクトル構造を分離できる特長を有する。加えて, フランツ・ケルディッシュ (FK) 振動<sup>[2],[3]</sup>の波形解析により半導体内在電界等の大きさを決定できることがわかってきた。

#### 2. フォトリフレクタンス (PR)

物質の光応答は外場により変調されることが多い。ここでは付加的なレーザー光による外部摂動を取り扱い, フォトリフレクタンス (以下 PR) と呼ぶ。反射型変調分光においては  $\Delta R(\lambda)/R(\lambda)$  という物理量が重要となる。ここで  $\Delta R$  は変調された反射率,  $R$  は DC 反射率である。  $\Delta R(\lambda)/R(\lambda)$  を得るために様々な規格化の方法が採用されているが, 付加的なレーザー照射がもたらすルミネセンスなどのスプリアス信号は正しく  $\Delta R(\lambda)/R(\lambda)$  を求める上での障害となってきた。また, PR 法を顕微分光に適用する際に上述したような迷光は更に問題となる。この問題を解決し顕微 PR を実現できれば, FK 振動構造を感度良く検出することにより電極を有する半導体表面の電界分布等を高い空間分解能で非接触に求

める実験などに応用できる。Shen らの研究グループ<sup>[4]</sup>は検出波長  $\lambda$  によらず反射率  $R$  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, その例としてサーボモータ駆動の可変減光フィルタ (variable neutral density filter, VNDF) を用いている。

#### 3. マイコン制御 VNDF システムの優位性

NDF は光量調整に使用でき, 回転量に比例し透過率 (減衰率) が変化する。しかしそこで用いられている部品は詳細不明であり, 回路構成もアナログ回路を中心とした構成であるため, 大掛かりなものになりやすく, ノイズや熱ドリフトなどの影響が避けられない。むしろ現代ではマイコンに代表される小型デジタル素子の入手が容易になっており, 電源投入で自動制御を開始するなど作業性も良く, またステッピングモータは位置決め精度に優れ, こちらも入手性は良く, マイコンとステッピングモータの組み合わせによる実装には優位性ありと考える。本発表ではスプリアス信号を差し引きする上での  $R$  検波強度規格化のもたらし効用について概説するとともに現代的なデジタル制御技術でのモータ駆動 VNDF の実装について検討した結果を報告する。

#### 4. 参考文献

- [1] F. H. Pollak et al., Mater. Sci. Eng. R10 375 (1993).
- [2] V. W. Franz, Z. Natureforsch 13a 484 (1958).
- [3] L. V. Keldysh, Soviet-Phys. JETP 7 788 (1958).
- [4] H. Shen et al., Rev. Sci. Instrum. 58 1429 (1987).