

円偏光 THz パルスを用いた非接触 AC ホール測定

Non-contact AC Hall measurement with circularly polarized THz pulses

○森本 智英¹、山下 元気¹、永井 正也¹、芦田 昌明¹ (1. 阪大基礎工)

○Tomohide Morimoto¹, Genki Yamashita¹, Masaya Nagai¹, Masaaki Ashida¹ (1.Osaka Univ.)

E-mail: morimoto@laser.mp.es.osaka-u.ac.jp

電子・光デバイスの設計や作成において、材料の伝導度やキャリアの種類を評価することは重要である。一般にこれらはホール測定や DC 伝導度測定によって評価されるが、電極におけるオーミック接続の確認やナノ物質における電極付けの取り扱いなど配慮すべき点が数多くある。したがって非接触測定に対応する AC 伝導度測定や磁気光学分光が提案されている。ホール測定に対応する磁気光学分光では円二色性と旋光性を調べるために、低周波 AC 電場である直線偏光の THz 光を入射した後の透過・反射波の偏光回転の大きさをポラリメーターで評価してきた。しかし、精度や入射角に問題があるため、簡便で全く新しい磁気光学分光法が求められる。円二色性と旋光性は一般には円偏光の光で定義される光学定数によって特徴づけられる。今回測定対象とする n タイプ半導体の伝導度テンソルに着目する。デカルト座標系において、ゼロ磁場下での伝導度テンソルは、対角化されたドルーデモデル $\sigma_{ii}^0 = \varepsilon_0 \omega_p^2 \tau / (1 - i\omega\tau)$ で記述できる。z 方向に磁場を印加すると、電子の動きが x-y 平面で変調されるため非対角成分が現れ、これらは複雑な式で表される。しかし、この伝導度テンソルの固有値は $\sigma_{\pm} = \varepsilon_0 \omega_p^2 \tau / [1 - i(\omega \mp \omega_c)\tau]$ で記述され、ゼロ磁場下でのドルーデモデルにおいて $\omega \rightarrow \omega \mp \omega_c$ と、サイクロトロン周波数だけシフトした形になっている。この時の固有ベクトル E_+ 、 E_- は、それぞれ右回り円偏光と左回り円偏光に対応している。つまり、あらかじめ試料に入射する光を円偏光として光学定数を直接評価することができれば、磁気光学効果に関する情報を直接得ることができる。

今回、我々は円偏光 THz パルスを用いた新たな磁気光学分光法を提案する[1]。最近、我々は金属平行平板導波路をベースとした THz 領域で動作する位相板を開発した。この位相板とワイヤーグリッド偏光子を磁気光学カー分光に組み込むことで、円偏光に対する反射係数を直接検出することが可能である。実際に得られた反射係数を用いて円偏光伝導度に変換し、右回り円偏光と左回り円偏光の時間反転対称性から得られた $\sigma_L^*(\omega) = \sigma_R(-\omega)$ をもとに、右回り円偏光のスペクトルを正の周波数に、左回り円偏光のスペクトルを負の周波数にプロットしたところ、簡便な測定にも関わらず、理論通りの結果を得ることができた。これによって本手法が磁気光学分光として有効であることを示した。本手法は p タイプの半導体にも適用可能であり、その場合は伝導度のピークが逆の領域に現れる。さらに電子正孔が共存する系において、マイノリティキャリアとメジャーキャリアを独立して測定することが可能であり、キャリアに関する新たな情報が得られることが期待される。

【参考文献】

- [1] T. Morimoto, G. Yamashita, M. Nagai, and M. Ashida, Appl. Phys. Exp., Accepted.