

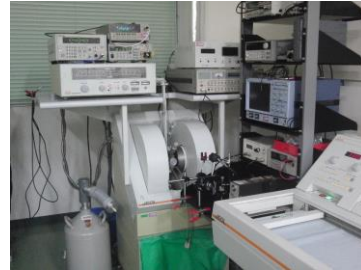
分析事例の紹介

電氣的検出磁気共鳴装置 (EDMR) の構築

キーワード

- ✓ 電氣的検出磁気共鳴
- ✓ 電子スピン共鳴
- ✓ シリコンダイオード
- ✓ 電荷再結合

装置 JES-RE1X (日本電子)



はじめに

電氣的検出磁気共鳴法(Electrically Detected Magnetic Resonance, EDMR)は、電子スピン共鳴による半導体素子などの電気抵抗の変化を検出する手法である。電子スピン共鳴による電荷再結合量の変化を高感度に直接観測するため、半導体素子等の不純物・欠陥中心を評価することができる。本稿では、整流ダイオード(1n4007)に対する EDMR 測定を紹介する。

実験

図 1 に、本稿のために作成した測定装置の概略図を示す。試料である整流ダイオード(1n4007, Fairchild)は、樹脂モールドを除去後、半田と微細導線を用いて同軸ケーブルに接続した。試料は石英試料管に入れ、電子スピン共鳴装置(JES-RE1X, 日本電子)の共振器内部に挿入した。自作した定電流源を用いて、試料に定電流を印可した。ファンクションジェネレータ(3314A, HP)と自作したインピーダンス整合回路を用いて静磁場を変調し、電子スピン共鳴による試料の電圧変化をロックインアンプ(5610A, NF 回路設計ブロック)で位相検波した。磁場変

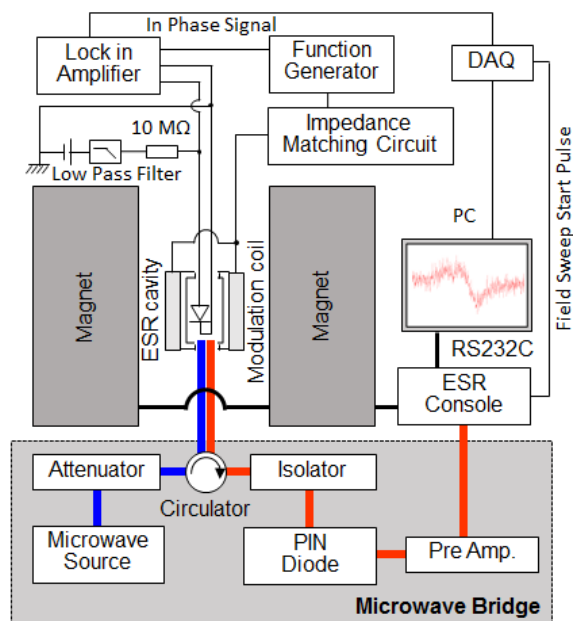


図 1 作成した EDMR 測定装置の概略図

調周波数は 310 Hz とした。EDMR 測定では、静磁場掃引と同時に、ロックインアンプのアナログ出力をデータ収録デバイス(USB-6000, NI)とパソコンを用いて記録した。

結果

図 2 に、0.9034 および 0.0000 μA 印可時の EDMR 信号を示す。図 2 より、定電流の印可によって、EDMR 信号が誘起されたことが分かる。定電流印可時では、電子スピン共鳴によって電荷再結合の増加に伴い、抵抗値が増加した。抵抗値増加率は 4×10^{-6} であり、文献値[1]と一致した。図 3 は、EDMR 信号の積分値(I)に対するマイクロ波強度(P)依存性である。EDMR 信号の積分値はマイクロ波強度が増加するとともに増加した。(1)式[2]を用いた理論曲線は、観測されたマイクロ波強度依存性を良く再現した。

$$I(P) = \frac{\alpha P}{1 + \beta P}, \quad (1).$$

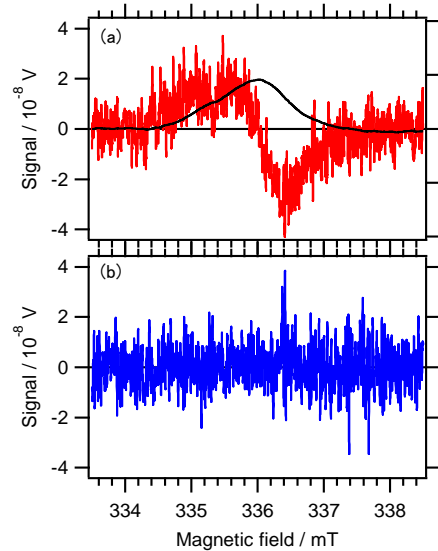


図 2 (a) 0.9034 と (b) 0.0000 μA 印可における EDMR 信号。(a)の黒線は積分値。

まとめ

本稿で紹介した EDMR 法は、電子スピン共鳴による電気抵抗の変化を直接観測するため、半導体素子等を非破壊評価する上で非常に有効な手段である。

参考文献

- [1] I. Solomon, et. al., Solid State Commn., 22, 505, 1977. [2] Z. Xiong, et. al., Appl. Phys. Lett., 63, 352, 1993.

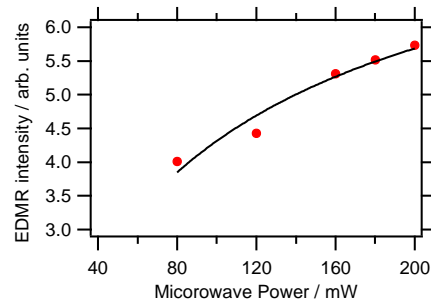


図 3 EDMR 信号の積分値に対するマイクロ波強度依存性。黒線は(1)式による理論曲線。

静岡理科大学 先端機器分析センター www.sist.ac.jp/kiki/

Advanced Instrumental Analysis Center,
Shizuoka Institute of Science and Technology



〒437-8555
静岡県袋井市豊沢2200-2
TEL : 0538-45-0175
E-mail : kiki@ob.sist.ac.jp