

SiN_x メンブレンを用いた力検出型高周波電子スピン共鳴分光法の濃度感度の評価

Evaluation of the concentration sensitivity of force-detected high-frequency ESR spectrometer using SiN_x membrane

神戸大分子フォトセ¹, 神戸大院理², JST さきがけ³

○高橋英幸^{1,3}, 岡本翔², 大道英二², 太田仁¹

MPRC, Kobe Univ.¹, Grad. Sch. Sci, Kobe Univ.², JST-PRESTO³,

○Hideyuki Takahashi^{1,3}, Tsubasa Okamoto², Eiji Ohmichi², Hitoshi Ohta¹

E-mail: hide.takahashi@crystal.kobe-u.ac.jp

高周波電子スピン共鳴分光(HFESR)は、磁性イオンを含む物質の研究に有用な手法である。我々は最近、ESR に伴う磁化変化を磁場勾配力に変換し SiN_x メンブレンに作用させることで検出する力検出型 HFESR 装置の開発に成功し、量子磁性体等の微小単結晶の測定へ応用している [1]。

ESR 装置の性能の指標として、検出可能な最小スピン数/濃度で定義される絶対/濃度スピン感度がある。生体試料のように一般に高濃度の溶液を準備するのが難しい試料では、濃度感度は測定上の重要なファクターである。この装置では、最高 10¹⁰ spins/gauss の高い絶対感度が達成されているが、濃度感度については未評価であった。

そこで、fig. 1(a)のような溶液試料測定用の試料セルを作製し、濃度感度を評価した。セルのボディは真鍮で円錐状に加工し、中心部に溶液を落とし込む。フタはミリ波を透過する PTFE の薄板を用いている。ESR が起きると、セル直下に配置したナノメンブレン上の磁石小球に作用する磁場勾配力が変化し、変位が生じる。この変位をファイバー干渉光学系により検出する [2]。

Fig. 1(b)は、120-337 GHz での 50mM ヘミンクロライド溶液の ESR スペクトルである。メインピークは外部磁場に対してヘム面を平行に向けている分子からの信号に対応している。S/N 比からこの周波数帯での濃度感度は 1-10 mM と見積もられる。

この値は一見高くないが、試料の線幅が数 T にわたることを考慮する必要がある。狭線幅 (< 1mT) なラジカル系に適用した場合は 2-3 桁改善し、W-band ESR で達成されている濃度感度に匹敵すると予想される。

[1] H. Takahashi *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **89**, 083905 (2018).

[2] T. Okamoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 223702 (2018).

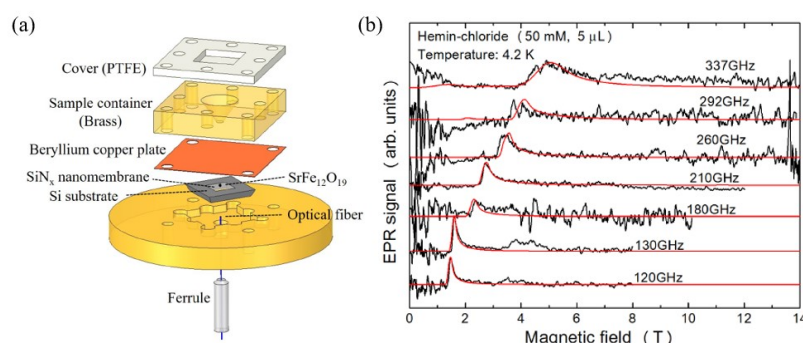


Fig 1. (a) Experimental setup for force-detected ESR spectroscopy for the solution sample. (b) ESR spectra of hemin (black) with simulated curves (red).