

## 強磁性薄膜とスピン流 (4) \*\*\* 逆スピンホール効果のパワー依存測定 \*\*\*

関連製品：電子スピン共鳴装置(ESR)

強磁性共鳴(FMR)による強磁性体からのスピンポンピング作用を利用した電圧スペクトルの線型は、式(1)に示す、純スピン流の逆スピンホール効果による起電力( $V_{ISHE}$ )と強磁性体由来の異常ホール効果による起電力( $V_{AHE}$ )の二つの成分の重ね合わせになることが知られている[1]。

$$V(B) = K_{ISHE} \frac{\Gamma^2}{(B - B_{FMR})^2 + \Gamma^2} + K_{AHE} \frac{-2\Gamma(B - B_{FMR})}{(B - B_{FMR})^2 + \Gamma^2} \quad (1)$$

$K_{ISHE}$ ,  $K_{AHE}$ : 強度因子  
 $\Gamma$ : ダンピング係数(～線幅)

特に、異常ホール効果の成分は、試料の特性やFMRに使用する高周波の電場成分の影響の仕方により現れ方に変化が生じる。そのため、得られる電圧スペクトルから純スピン流の効果を評価する場合は、式(1)による線型解析によって成分分離を行うことが必要となる。

### 試料と方法

アプリケーションノート[ER190002]にて使用したのと同じ、NiFe合金(Py)とPdの2層膜を試料として、Pd箔両端の起電力( $V_{emf}$ )とFMRスペクトルを照射マイクロ波パワーを変化させて同時測定した。

### FMRと逆スピンホール効果( $V_{ISHE}$ )のマイクロ波パワー依存性

図1の $V_{obs.}$ は、実験により得られた $V_{emf}$ スペクトルである。スペクトル波形は磁場変調法により微分型を示すため、これを積分型に変換した後、式(1)によるフィッティング処理をして、 $V_{ISHE}$ と $V_{AHE}$ 成分を分離した。

図2に示すように、FMRスペクトル[図2(a)]と $V_{ISHE}$ スペクトル[図2(b)]の強度は、FMRではマイクロ波パワーの平方根に、 $V_{ISHE}$ はマイクロ波パワーにそれぞれ比例するという特徴を持つ[2]。

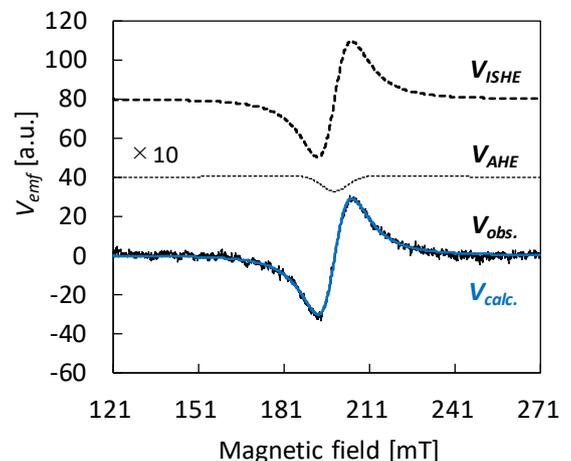


図1 逆スピンホール効果の線型解析例

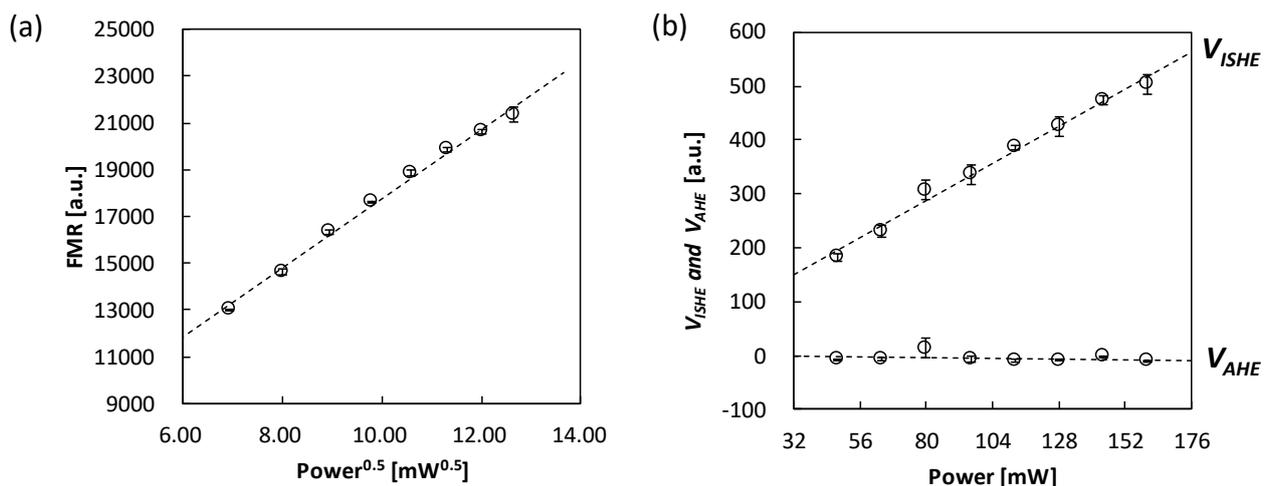


図2 Py/Pd金属2層薄膜のFMRスペクトルと $V_{ISHE}$ スペクトルのマイクロ波パワー依存性

### 参考文献

- [1] E. Saitoh, M. Ueda, H. Miyajima and G. Tatara, Appl. Phys. Lett. 88(2006), 182509.  
 [2] K. Ando, S. Takahashi, J. Ieda, Y. Kajiwara, H. Nakayama, T. Yoshino, K. Harii, Y. Fujikawa, M. Matsuo, S. Maekawa, and E. Saitoh, J. Appl. Phys. 109(2011), 103913.

Copyright © 2019 JEOL Ltd.

このカタログに掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせ下さい。

