

課題番号 : F-20-TT-0027
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : スピントロニクスにおける次世代デバイスの開発
 Program Title (English) : Development of the next-generation spintronic device
 利用者名(日本語) : 田辺賢士
 Username (English) : Kenji Tanabe
 所属名(日本語) : 豊田工業大学
 Affiliation (English) : Toyota Technological Institute
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、電気計測、スピントロニクスデバイス

1. 概要(Summary)

スピン起電力は、磁気エネルギーを電気エネルギーに直接変換することが可能な新しい物理現象である。特に空間に飛び交っているマイクロ波を直流電圧に変換できることから、センサー素子などの駆動用の独立電源として期待されている。しかし、これまでのスピン起電力の実験研究では、ジュール発熱等の熱の影響に関する議論が行われてこなかった。そこで我々は、使用する材料のゼーベック係数を制御し、スピン起電力の実験を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線描画装置、段差計

【実験方法】

実験には、Nagata らによって行われた磁性共鳴を利用したスピン起電力の検出方法を用いた。素子構造は Co(20 nm)/Cu(10 nm)であり、電子線描画装置、スパッタ装置およびリフトオフ法によって、微細加工を行い、台形型に加工した。なお、段差計は薄膜の膜厚測定に利用した。測定には振幅変調を用いてロックインアンプによって高感度測定を行った。さらに薄膜のゼーベック係数測定には、独自で開発した測定機器を利用して計測を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)は、検出されたスピン起電力の例を示しており、試料に導入するマイクロ波の電力依存性、および外部磁場依存性である。共鳴現象であるためローレンツ分布型の起電力が得られているのがわかる。この起電力のベースラインが、投入電力ごとに変化しており、この変化は発熱効果によるものだと考えられる。Fig. 1(b)はそのベースライン電圧の電力依存性であり、線形なふるまいを示している。この結果は投入した電力との強い相関を示しており、発熱効果の証拠となっ

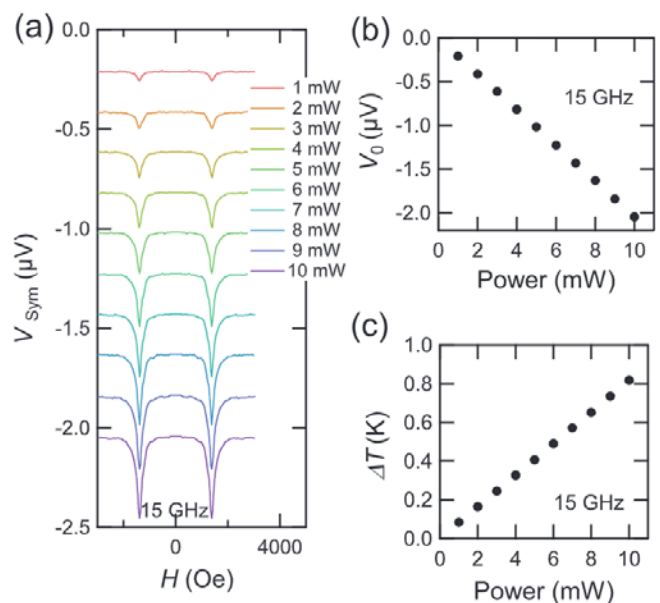


Fig. 1(a) Field and power dependences of the spin motive force. (b) Power dependence of the thermal electromotive force, which is estimated as the baseline voltage in Fig. 1(a). (c) Power dependence of the heating, which is estimated by using the Seebeck coefficient in the sample.

ている。さらに別に計測されたゼーベック係数を用いて解析を行った所、10 mW の電力投入に対し 0.8 K 程度の発熱していることが明らかになった (Fig. 1(c))。この発熱量は今回の実験ではスピン起電力の計測実験には影響しない量であるが、今後、より大きなゼーベック係数を有する材料で研究する場合は注意が必要であることが明らかになった。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

K. Tanabe, Appl. Phys. Lett. **117**, 242407 (2020).

6. 関連特許(Patent)

なし。