

GSR 原理について

1) GSR 効果とは

GSR 効果は、図 1 に示すように、コイルを巻き付けたアモルファス磁性ワイヤに GHz パルスを通電した時に、外部磁界 H と正弦関数関係にあるコイル電圧 V が発現する現象である。

アモルファス磁性ワイヤは、スピンの円周方向に向いた表面磁区とスピンの軸方向に向いたコア磁区とその境界である 90 度磁壁からなる磁区構造を有している。外部磁界 H がかかっている場合、表面磁区のスピンは軸方向に傾斜し、傾斜角度は磁界 H に比例する。コア磁区内では磁界方向に磁界 H に比例した磁化 M を生じする。この状態のワイヤに GHz パルスを通電すると、電流は最表面にのみ流れ表面近傍のみに大きな円周方向磁界も生じせしめる。その結果、表面磁区内のスピンの円周方向に回転し、軸方向に磁化が変化し、コイル電圧を惹起することになる。

驚くべきことに、コイル電圧 V は外部磁界 H と正弦関数関係 $V = V_0 \sin(\pi H / 2H_m)$ を有する。なお、 H_m は、コイル電圧がピークとなる外部磁界の値で、ほぼワイヤの異方性磁界 H_k に等しい。

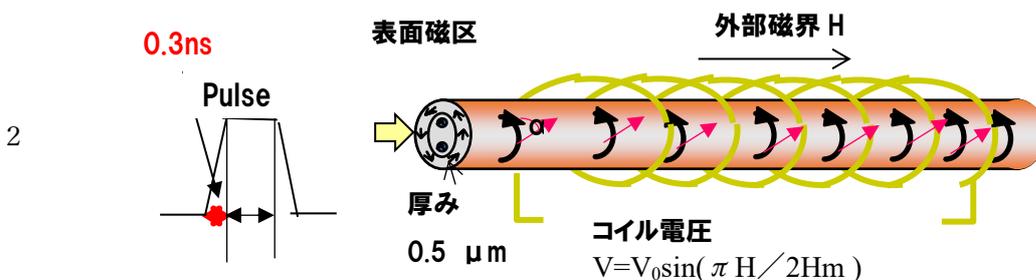


図 1 GSR 効果を説明する模式図

2) GSR センサの特性

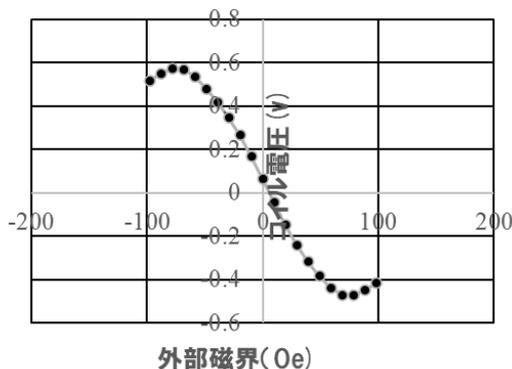


図 1.2 正弦関数のコイル出力

- ・検出感度は、パルス周波数を増加させると 1/2 乗に比例して増加する。図 2.1
- ・またコイル巻き数を増加すると比例して感度は増加する。図 2.2

- ・測定レンジは、ワイヤの異方性 $\pm Hk$ となる。図2.3
- ・直線性は、数学的関数関係を利用し、 $\pm 0.5\% / FS$ を得ることができる。
- ・磁気ヒステリシスは生じない

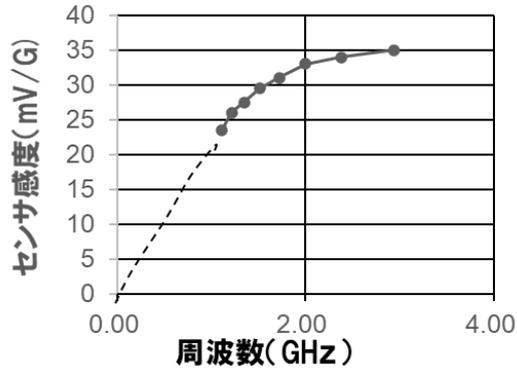


図2.1 パルス周波数の影響

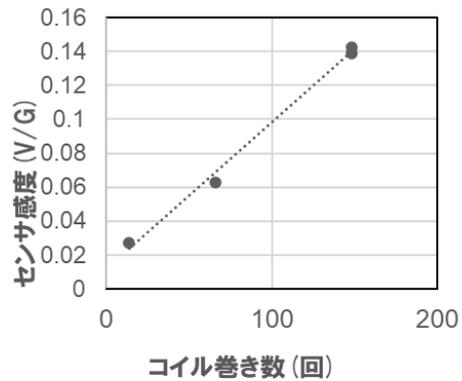


図2.2 コイル巻き数の影響

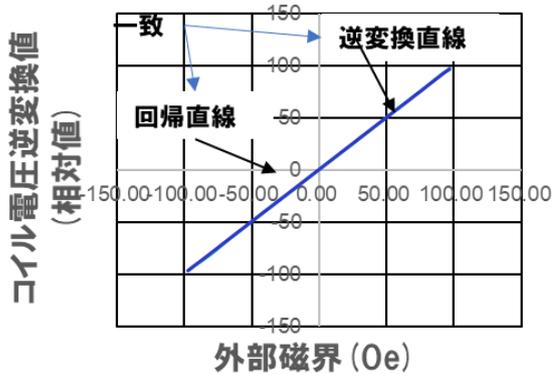


図2.3 測定レンジと直線性

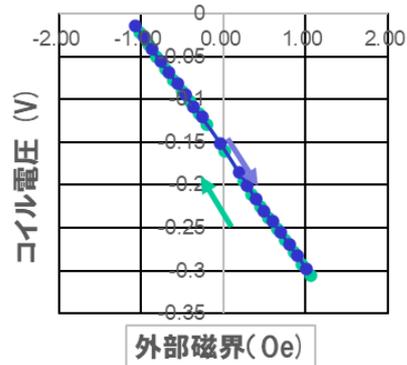


図2.4 ヒステリシスは生じない

3) 研究課題

・磁気ノイズはコイル電圧がピークを示すタイミングで著しく低減する。このタイミングではスピンの回転による変化のみを検出していると考えられる。回路ノイズより小さくできる潜在力を有する。理論的には、スピン回転の場合、磁気検出部の体積を増加させると磁気ノイズは減少することが知られている。