

高温超伝導コイルとインダクタンス変調方式 を用いた磁気センサの開発(II)

山下 重弥*, 松尾 政明, 笹山 瑛由, 吉田 敬, 円福 敬二
九州大学システム情報科学研究所

Magnetometer Based on Inductance Modulation in Coils Made of High-T_c Superconductor (II)

Shigeya Yamashita, Masaaki Matsuo, Teruyoshi Sasayama, Takashi Yoshida, Keiji Enpuku
Kyushu Univ.

磁気センサは医療・バイオ検査、非破壊検査、材料物性解析などの幅広い分野で応用されている。しかしながら、励起磁場中での動作が可能であり、かつ、1 Hz 程度の低周波磁界を高感度に計測する磁気センサはこれまでほとんど開発されていない。本研究では、高温超伝導コイルとインダクタンス変調方式を用いることにより、これらの要求を満たす磁気センサの開発に取り組んでいる。

Fig. 1 にその等価回路を示す。検出コイル(L_p)と変調コイル(L_m)は高温超伝導体で作製し、低抵抗(R_c)で接続することにより、閉ループを形成している。信号磁束 Φ_s が検出コイルに鎖交した場合には、閉ループに電流 I_s が流れ磁束が変調コイルに伝達される。変調コイルに伝達された磁束はインダクタンス変調方式を用いることで、端子PQ間に発生する電圧信号 V_s に変換される。この閉ループの時定数は $\tau = (L_p + L_m)/R_c$ で与えられる。今回、接続抵抗 R_c の値を計測し、この閉ループが伝達できる信号周波数の下限を調べた。

Fig. 2 に、高温超伝導テープ線材(SuperPower社 SF2050)を接続した時の接続抵抗 R_c の測定回路を示す。二つのテープ線材はハンダ付けにより接合した。ハンダ接合部は幅2 mm、長さ1 cmである。Fig. 2においてバイアス電流 I_B を流し、液体窒素中の接合部に電圧 V_c が発生すると、室温に配置した検出コイル($L_i=8.8 \mu\text{H}$, $R_i=75 \text{ m}\Omega$ 、内径9 mm、長さ30 mm、巻数52)に電流 $I_i = V_c/R_i$ が流れ、この電流が作る磁界をフラックスゲートセンサ(Bartington社 Mag-03)で測定する構成となっている。

計測した電流 I_i からハンダ接合部にかかる電圧 $V_c (= I_i \times R_i)$ が得られる。ハンダ接合部に流れる電流 $I_c (= I_B - I_i)$ と電圧 V_c を用いて接続抵抗を測定した結果を Fig. 3 に示す。図から $R_c = 325 \text{ n}\Omega$ であることが分かった。これにより、閉ループの時定数は $L_p + L_m = 115 \mu\text{H}$ の場合には $\tau = 354 \text{ s}$ となり、3 mHz 程度の低周波磁束を伝達できることが示された。

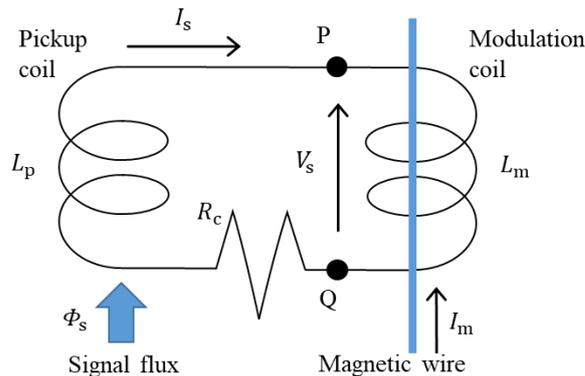


Fig.1 Equivalent circuit of the magnetometer

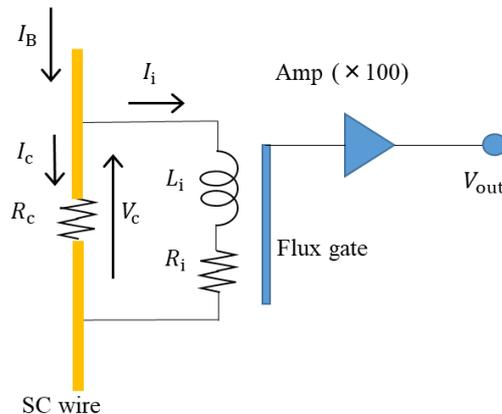


Fig.2 Measurement circuit for contact resistance

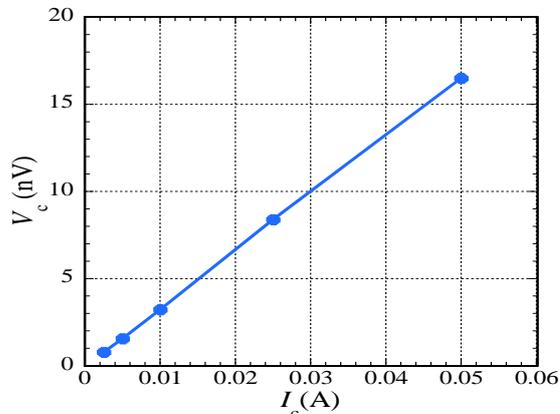


Fig.3 Current-voltage characteristic of contact resistance