

小型電流センサ用磁気シールドの設計

寺尾美菜子、小河晃太郎、野口直記、竹中一馬
(横河電機株式会社マーケティング本部イノベーションセンター研究開発部)

Design of magnetic shield case for small sized AC/DC current sensor by electromagnetic simulation
Minako Terao, Koutarou Ogawa, Naoki Noguchi, Kazuma Takenaka
(Yokogawa Electric Corporation)

はじめに

ハイブリッド自動車や電気自動車の開発において、快適性向上を目指した車内空間の確保や燃費向上のため、駆動部は軽量化、小型集積化が進められ、性能評価に必要な電流センサを配置する空間の確保が難しくなっている。その一方で、燃費向上のためには、モジュール単体だけでなく組み上げた状態での詳細な評価が必要であり、狭い空間でも配置できる小型で直流から大電流が測れる電流センサへのニーズが高まっている。

狭い空間に配置できる既存の電流センサに Rogowski センサ¹⁾があるが、原理的に直流電流は測定できない。直流電流を測定できる電流センサは、信号磁場収集および雑音磁場除去のために磁気コアを使用しており、コアが測定電流に比して大きくなるため狭い空間への配置ができない²⁾。

本研究では、狭い空間でも 1000Arms 程度の大電流を直流から測定可能な小型電流センサの開発を目的とする。小型化のため磁気コアレスとし、外部磁場の影響を除くため小型磁気シールド内に磁気センサを配置する構造を採用した。大電流の測定ニーズが多く、隣接電流による雑音磁場が大きい三相交流を想定し、電流センサの磁気シールドとして必要と考える S/N 比 100 程度を確保した小型磁気シールドをシミュレーションにより設計した。実際に作製して内部の磁束密度を測定し、S/N 比 100 近くを確保出来たことを報告する。

設計

ANSYS Electronics Desktop の静電磁場ソルバ Maxwell を用い、S/N 比 100 程度を確保でき、なるべく小さい形状を検討した (Fig.1)。①信号：電流 100A による磁場、②雑音：隣接電流が測定電流と同程度の場合に生じる磁場として x, y, z 方向に各 1mT の均一磁場、を設定し計算結果から S/N 比を算出した。シールドがあることで磁束密度分布は歪むが、シールドの中心軸 (y 軸) 上は信号の磁束密度ベクトルが歪まず ($B_x, 0, 0$) となり、最も効率よく信号を測定できることから、磁気素子は y 軸上に配置することとした。シールド形状と素子の y 軸上の位置の調整により、雑音方向によらず S/N 比 100 程度を確保できる小型磁気シールドが設計できた。

実測結果

設計した小型磁気シールドを 78 パーマロイで作製し、内部に磁気素子 (AKM : EQ430L) の感磁軸が x 軸と一致するよう配置し、①信号：電流による磁場、②雑音：Helmholtz coil による x, y, z 方向それぞれの均一磁場、を印加して磁束密度を測定した。測定結果から、信号 100A と雑音 1mT での S/N 比をそれぞれ算出し、全方向の雑音に対して S/N 比 100 程度を確保した小型磁気シールドが作製できることが示された。

参考文献

- 1) <https://cdn.tmi.yokogawa.com/BU7019-30.jp.pdf> (As of Sept. 25, 2020).
- 2) W.F. Ray and R.M. Davis: EPE Journal, 3, 51(1993).

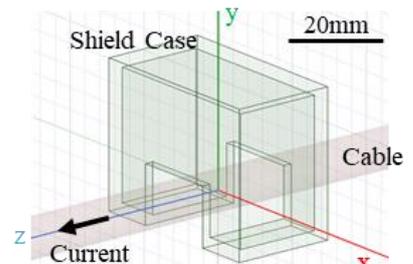


Fig.1 Simulation Model

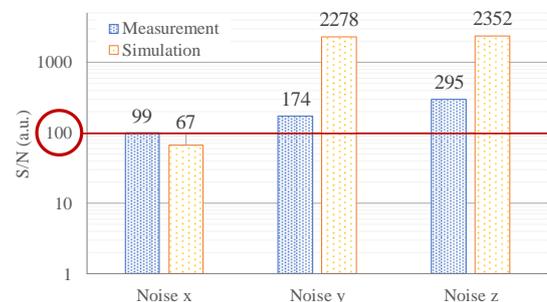


Fig.2 Comparison of simulation and measurement results