

18 動的な磁場に対応する磁場計測可視化システムの開発(第3報)

藤原義也, 田尾博幸, 馬場祥宏, 長谷川浩治, 山根秀之*, 中平 宏*, 榎 芳美*, 本多茂男**

Development of a Measurement and Visualization System for Magnetic Field along Time Axis
(3rd Report)

FUJIWARA Yoshinari, TAO Hiroyuki, BABA Yoshihiro, HASEGAWA Koji
YAMANE Hideyuki, NAKAHIRA Hiroshi, ENOKI Yoshimi and HONDA Shigeo

Many products using magnetism are manufactured in various fields; however, an influence of magnetism on human body is a big problem. So, in order to develop a product using magnetism, evaluation of a magnetic field from manufactured goods is indispensable.

We developed a Measurement and Visualization System for Magnetic Field along time axis. This system consists of 16 channels GMR sensor head, constant current amplifier circuits, an analog to digital conversion board, three-ax actuators and a computer. By simultaneously recording data from 16 GMR sensors, measurement of magnetic field along time axis is realized. Magnetic field is visualized or animated along time axis, which is easy to grasp and evaluate measurement results intuitively.

This system also supports remote measurements over network by enabling a server on the measurement system. Client systems can access this measurement system via network. This remote measurement system can be applied to monitor or control other measuring instruments connected with computers by RS-232C.

キーワード：GMR, 磁場, 可視化, センサ, 遠隔計測

1 緒 言

近年, 希土類磁石の高性能化に伴い, 磁気浮上, 磁気軸受, 磁石ばね及び磁気ダンパーなどを用いた磁気制御系の研究が盛んに行われている¹⁾。また, 磁石を利用した磁気応用製品も様々な分野で利用されている。このような磁気制御に関する研究及び磁気応用製品開発には, 人体, 機器への影響並びに磁束分布を知る上で, 磁場測定が不可欠である。

これまでに, 筆者らはホール素子を使用したテスラメータを用い, 静磁場を3次元で測定・可視化を行う静磁場計測可視化システムを開発し²⁾, 活用している。

また, GMR(巨大磁気抵抗効果)素子は従来のMR素子に比べて, 磁気抵抗変化率が数十%と大きく, 非磁性体中に金属微粒子を散在させたグラニューラ構造膜は, ホール素子の1軸異方性に対して, 磁場の向きに影響されない等方性の性質を示し, また, 経時変化にも優れた特徴を持つ。

GMR素子は多方面で盛んに研究が行われており, す

で, 回転, 角度, 位置の検出センサとして, ハードディスクの磁気ヘッド³⁾や自動車のクランク角センサ, 自動変速機用回転センサ, ABSホイールセンサ等に使用され実用化されている。

本研究ではGMR素子の無指向性と経時変化に優れた特徴を応用して, GMR素子を複数配置し, 動的に変化する磁場を同時に多点で計測することにより, 磁場分布を時間軸に対応して表示可能な動的磁場可視化システムの開発を行ってきた。1次試作では, 製作したGMR素子を4×4(計16個)配列で, 基板上に10mm間隔で配置した面状磁気センサヘッドの磁場測定装置を製作し, 動的磁場可視化システムを開発した。しかし, GMR素子の特性のバラツキ, ノイズ及び温度特性等ハード面に多くの問題があった。

本報告では, 1次試作での課題改善を目的として, ORT事業を通してセンサの高感度化及び回路のノイズ低減, 温度特性向上のため, 2次試作品を製作し, 検討を行ったので報告する。

* (株)デルタツーリング, ** 島根大学

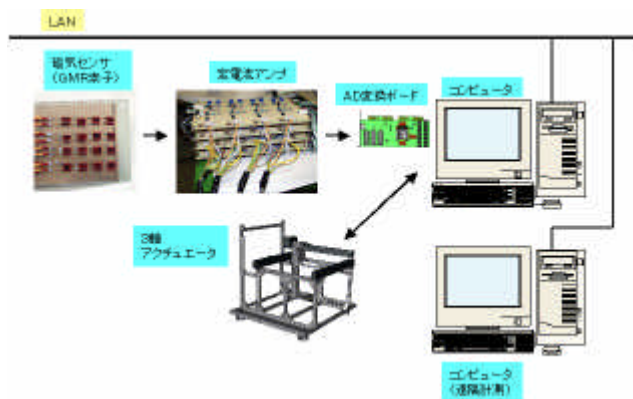


図1 動磁場計測可視化システム

表1 システムの仕様

GMR素子	16個(FeCo/CoAg)
定電流アンプ	16チャンネル
AD変換ボード	16チャンネルアナログ入力 分解能:16bit サンプリングレート: 200kS/sec
コンピュータ	CPU: Intel Celeron 500MHz OS: Windows2000
3軸アクチュエータ	THK社製(RS-232C接続)
開発言語	LabVIEW

2 システム概要

図1にGMR素子を使用した動磁場計測可視化システムの構成図を、表1にシステム仕様を示す。システムは磁気センサと定電流アンプ、AD変換ボード、コンピュータ、3軸アクチュエータで構成され、コンピュータからRS-232Cを介して磁気センサを搭載した3軸アクチュエータを制御する。また、磁気センサを接続したコンピュータをサーバーとしてLANを利用して、遠隔計測が可能なシステム構成としている⁵⁾。

3 磁場計測システム

3.1 GMR 薄膜製作

GMR薄膜は、スパッタリング装置を用いて、50mm×50mm×t1mmのガラス基板上に製作した。素子構造は、ガラス基板上に、6mm×3mmのGMR薄膜をマスクによりGMR素子を4×4に配列して成膜して、さらに異なるマスクで、銅薄膜を成膜して端子部を形成している。写真1に試作したGMR素子を示す。

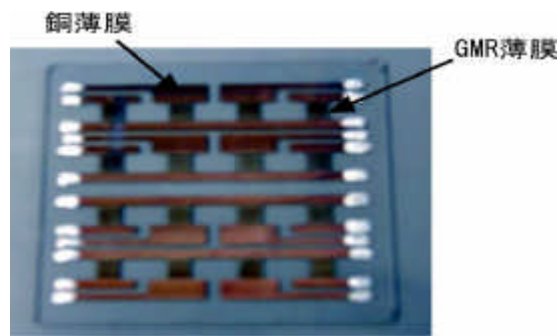


写真1 GMR素子

3.2 GMR 薄膜特性評価

図2にGMR素子の磁気抵抗変化曲線を示す。磁場を加えると抵抗が減少する特性を示す。0~600Oeでは、抵抗値の減少はわずかであるが、それ以上の磁場では、磁場に比例して減少している。また、それぞれのGMR素子(16個)で若干のバラツキはあるが、4~6%程度の磁気抵抗変化率(5kOeの磁場印加の場合)が得られた。

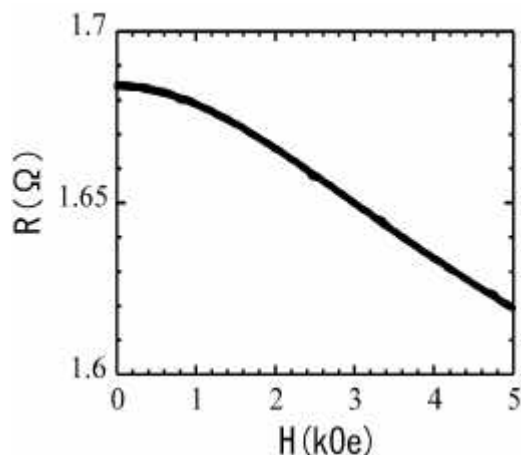


図2 磁気抵抗曲線

3.3 プリント基板製作

定電流アンプ回路の基板は、電子回路設計CADであるProtel 99により設計を行い、西部工業技術センターのプリント基板加工機により製作した。(写真2)定電流

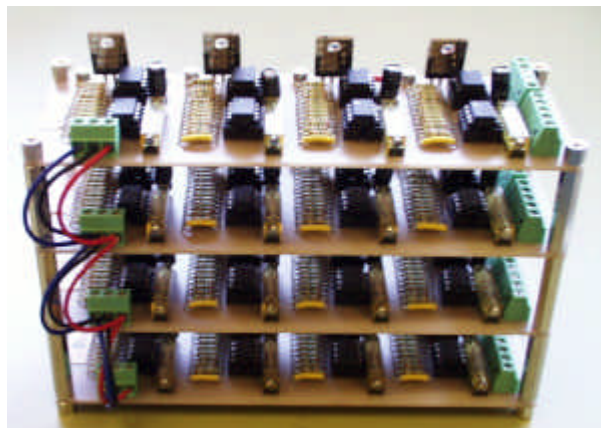


写真2 試作したプリント基板(定電流アンプ)

アンプの出力電圧を2Vに調整し、出力電圧の経時変化を測定したところ、電源投入後5分以内に回路が安定し、その後約2時間の電圧変動は $\pm 0.5\text{mV}$ 以下となり、1次試作品と比較して、ノイズ低減、測定データの安定性および温度特性が向上した。また、定電流アンプ回路の基板面積が約4分の1と小さくなり小型化が図れた。

3.4 GMR センサヘッド

製作したGMR素子のサイズは、 $6\text{mm} \times 3\text{mm}$ で、磁場による抵抗値の変化を定電流アンプで電圧値に変換し、AD変換ボードを介して、コンピュータに取り込んでいる。基板上にGMR素子を10mm間隔に 4×4 に配置し、16個それぞれの抵抗値を同時に取り込むことで、時間的に変化する磁場の計測を実現している。

また、磁気センサヘッド部もプリント基板化し、コネクタ装着により、脱着可能な構造とした。(写真3)

感度特性の異なるセンサヘッドやGMRセンサの配置の異なるセンサヘッドを使い分けることにより、さまざまな磁気製品に対応した磁場測定を行うことが可能である。

写真4に今回製作した磁場計測システム(磁気センサヘッドと定電流アンプ)を示す。

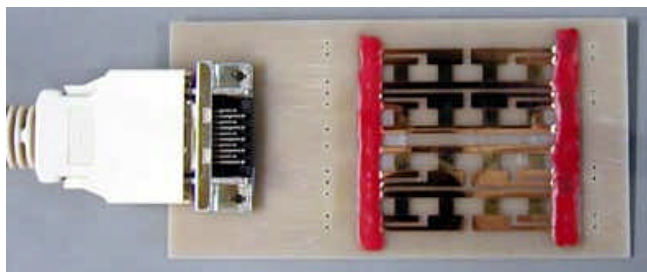


写真3 磁気センサヘッド



写真4 磁場計測システム

4 磁場計測可視化システム

磁気センサヘッドからのデータ取り込み、3軸アクチュエータの制御、測定結果の可視化を行うソフトウェアは計測用プログラミング言語であるLabVIEWにより開発している⁴⁾⁵⁾。

昨年度のシステムでは、零点調整を行う際に、基準電圧を定めチャンネルごとに定電流アンプの可変抵抗を調整することで零点調整を行っていた⁵⁾が、測定準備の簡素化のため、零点調整ボタンにより自動で調整を行えるように改良を行った。

また、磁気センサ特性はソフトウェア上で入力する仕様であったが、異なる磁気センサヘッドを容易に交換可能とするため、あらかじめ用意したセンサ特性ファイルから磁気センサの特性データを読み込む仕様に変更した。

5 結 言

GMR素子は磁場強度によって電気抵抗が変化する磁気抵抗効果を示し、指向性がなく経時変化に優れている。本研究では、GMR素子を使用した16チャンネル対応の動的磁場可視化システムを製作した。これにより、16個の磁気センサの範囲内での磁束分布の時間的な変化を把握することが可能となった。このシステムではGMR素子の等方性の特性を生かし、各測定点での磁場の絶対値を知ることができる。また、GMRセンサの一体化及び回路基板のプリント基板化により、ノイズ低減、温度特性向上及び小型化が図れた。

今回試作した動的磁場可視化システムは、16個のGMR素子を用いた磁場計測システムであったが、さらにGMR素子を増やすことで、より広範囲の動磁場測定および可視化が可能となる。さらに異なる特性をもつGMRセンサを用意し、低磁場(数Oe)用及び高磁場(数千Oe以上)用として、また、測定対象製品に応じて大きさ・形状の異なるセンサを使い分けることも可能となった。

また、本研究で使用したAD変換ボードは200kS/秒のボードを使用したが、より高性能なボードを使用すればさらに高周波の動磁場計測に対応可能である。

文 献

- 1) 水野他：機講論,97-31(1997),235
- 2) 田尾他：広島県立西部工技研究報告 40(1997),12
- 3) 三浦：電子材料,18(2001)
- 4) 桧垣他：広島県立西部工技研究報告 44(2001),28
- 5) 藤原他：広島県立西部工技研究報告 45(2002),19