

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2報)

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

Development of a Measurement and Visualization System for Dynamic Magnetic Field (2nd Report)

FUJIWARA Yoshinari, HASEGAWA Koji, HIGAKI Kazuo, BABA Yoshihiro, TAO Hiroyuki
YAMANE Hideyuki, NAKAHIRA Hiroshi, ENOKI Yoshimi, 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 Dynamic Magnetic Field. This system consists of 16 channels GMR sensor head, constant current amplifier circuits, an analog to digital conversion board, three-axes actuators, and a computer. By simultaneously recording data from 16 GMR sensors, measurement of dynamic magnetic field is realized. Dynamic 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, GP-IB, etc.

キーワード: GMR, 磁場, 可視化, センサ, 遠隔計測

1 緒 言

磁石などを利用した磁気応用製品はさまざまな分野で利用されているが, 人体に接触して使用する製品では, 漏洩する磁気の人体への影響が重要な問題となる。このため, 磁気応用製品の開発には, 磁場の3次元的な測定が必要であり, 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, 磁場を3次元で測定し表示するための空間磁場可視化システムを開発した¹⁾。

磁気を検出する素子であるGMR (Giant Magneto Resistance) 素子は薄膜形成法である, パルスレーザデポジションやRFスパッタリング等によって, その特性改善が図られており^{2) 3)}, 磁気によって電気抵抗が変化する磁気抵抗効果が大きく, 従来の磁気センサであるホール素子やMR素子に比べて磁気検出能力が高い。また, ホール素子に比べ, 経時変化に優れ, かつ指向性がない特徴を有する。GMR素子は回転, 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⁴⁾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, また, 複数のGMR素子を組み合わせることによって様々な応用展

開が考えられる。

一方, 計測技術に関しては, コンピュータとRS-232Cなどのインターフェースで接続された計測機器をLANで結び, ネットワークを介して監視したいという要求が増えている。

本報告では, GMR素子を複数個使用することによって, 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, 時間軸に対応した表示が可能な動磁場計測可視化システムを開発した。また, このシステムのネットワークを利用した遠隔計測への対応を図った。

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⁾

システムの開発言語はNational Instruments社の計測

*広島県産業科学技術研究所, ** (株)デルタツーリング, *** 島根大学

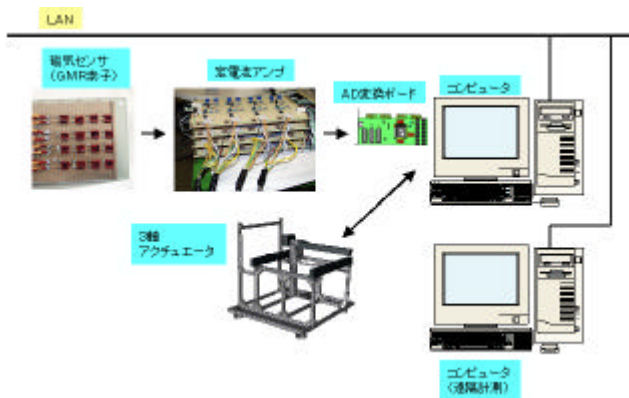


図1 動磁場計測可視化システム

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

用グラフィカルプログラミングソフトウェアであるLabVIEWを用いた。

3 動磁場計測可視化システム

3.1 磁気センサヘッド

試作したGMR素子のサイズは5mm×5mm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。本システムではGMR素子を1cm間隔で基板上に配置(4×4)(写真1)し、16個のGMR素子の抵抗値変化をコンピュータに同時に取り込むことで時間的に

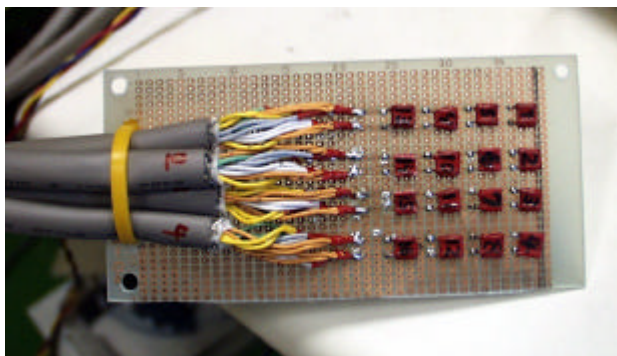


写真1 試作した磁気センサヘッド

変化する磁場の計測を実現している。

3.2 動磁場計測システム

図2に定電流アンプの零点調整画面を示す。基準電圧を2Vとし、定電流アンプを調整してチャンネルごとに零点をあわせる。全チャンネルを同時に表示すると零点調整が困難なため、左上にある16個のボタン(16個のGMR素子に対応)で波形の表示、非表示を切り替えることができる。

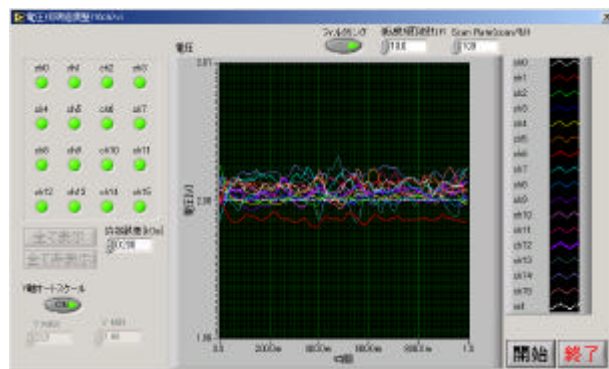


図2 定電流アンプ調整画面

図3は磁気センサヘッドを搭載する3軸アクチュエータ操作画面である。3軸アクチュエータ(THK社)はX軸500mm、Y軸590mm、Z軸400mmの可動範囲があり、本システムでは座標値指定(画面左)による位置制御、ボタン操作(画面中央)による一定速度での移動が可能である。



図3 3軸アクチュエータ操作画面

またこのシステムはリアルタイムでの磁場可視化が可能である。図4はGMR素子に磁石を近づけたときの可視化画面で、磁場強度を色とZ軸の大きさで表している。この機能により磁場の様子をリアルタイムで確認できるため、計測時の位置合わせ等の設定が容易である。また、測定データはバイナリ形式で保存するが、Excel等でデータ処理を行うために、後でテキストファイルに書き出すこともできる。

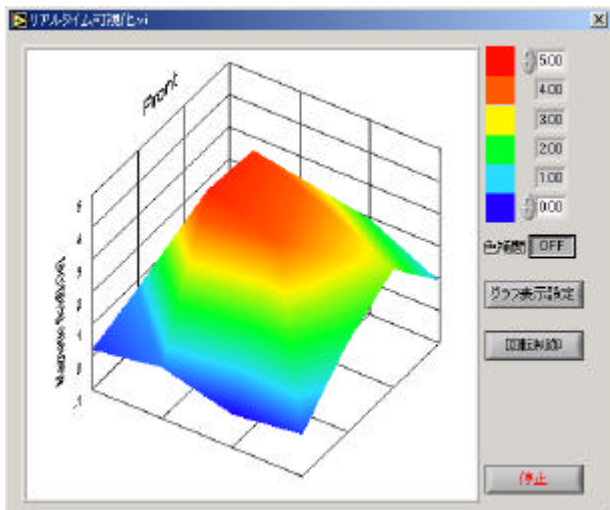


図4 リアルタイム磁場可視化画面 (3D表示)

3.3 磁場可視化システム

図5に動磁場可視化システムの表示画面を示す。システムでは動的に変化する磁場について任意の時間での表示,あるいは時間軸にそったアニメーション表示,また基本的な機能であるカラースケール設定,コンター値表示,グラフの回転制御,2次元,3次元表示などの機能を持つ。

このシステムでは平面に配置された磁気センサを対象とするモジュールを使用しているが,空間的に配置した磁気センサに対しても,モジュールを入れ替えることで空間的な磁場表示が可能である。

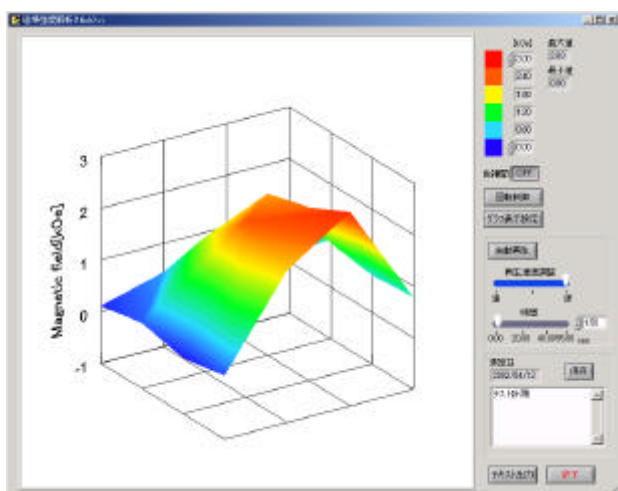


図5 動的な磁場可視化システム (3D表示)

3.4 遠隔計測

計測器とRS-232CやGP-IBなどで接続されたコンピュータをサーバーとして動作させ,ネットワーク経由で計測器を制御・監視するシステムを開発した。このシステムはTCP/IPを用いて通信を行うので,インター

ネット経由での遠隔計測が可能である。

図6はこの遠隔計測システムを動磁場計測可視化システムに適用し,ネットワークを利用した磁場の遠隔計測を行うクライアントの操作画面である。このシステムでは,磁気センサを接続したコンピュータでサーバープログラムを起動しておき(図7),クライアントからはサーバーのIPアドレスと接続ポートを指定して接続することにより,3軸アクチュエータの制御や計測などが行える。さらに,Webカメラなどを利用し,3軸アクチュエータの監視も可能である。

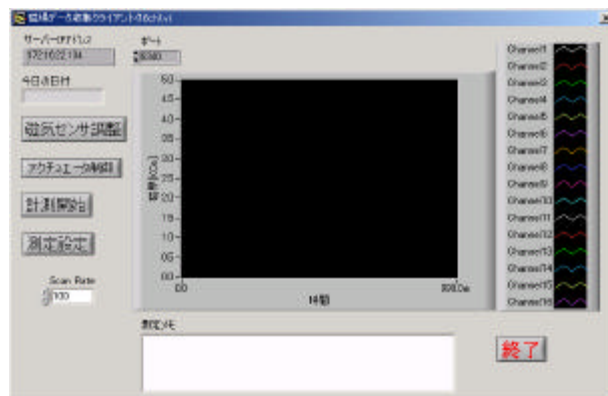


図6 遠隔計測画面 (クライアント)

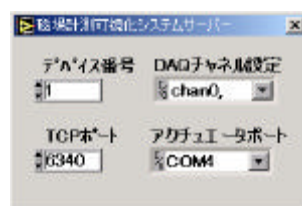


図7 遠隔計測画面 (サーバー)

4 磁場測定例

写真2に示すように,Xリンクに磁石をのせてXリンクを振動させ,動的に変化する磁場の測定を行った。

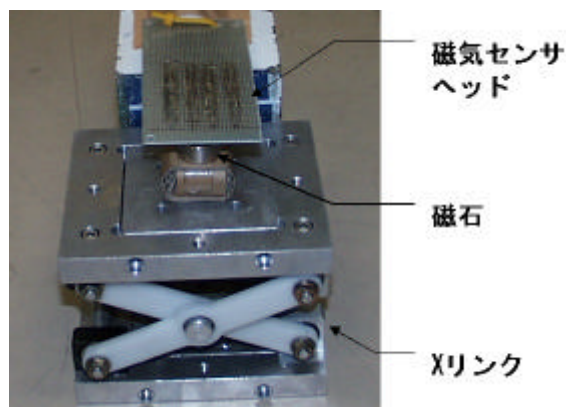


写真2 磁石とXリンク

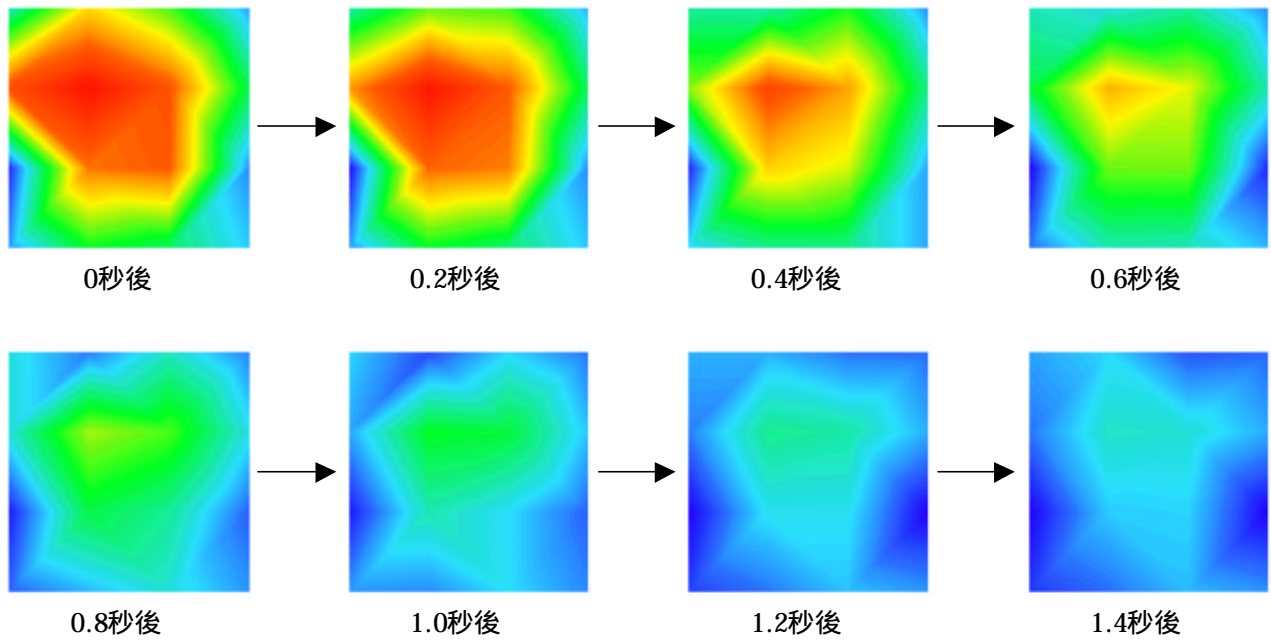


図8 可視化結果(2D表示)

図8は測定結果を可視化したものである。これより時間的に変化する磁場が直感的に把握できることが分かる。

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16個使用した磁気センサヘッドを使用し、動的に変化する磁場を計測・可視化する動磁場計測可視化システムを開発した。

動磁場計測システムでは零点補正、3軸アクチュエータ制御、リアルタイム可視化などの機能がある。

磁場可視化システムは計測した時間的に変化する磁場分布をユーザーが直感的に把握できるように可視化できるとともに、ユーザーが測定結果を評価しやすい表示にカスタマイズできる。

この動磁場計測可視化システムにより、磁気ばねなど、動作時に磁場が変化する磁気応用製品の評価が可能である。

また、ネットワークを利用した遠隔計測に対応し、この技術はRS-232CやGP-IBで接続された機器を遠隔

で制御・監視するなど、さまざまな分野での応用が可能である。

今回試作した動磁場計測可視化システムでは16個のGMR素子を用いたが、さらに素子数を増やすことでより広範囲で動磁場の可視化が可能である。また、図8の可視化表示では、磁気センサから得られる測定データが同時に16個のため表示が滑らかでないが、センサの数を増やすことで改善できる。

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。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) 田尾他：広島県立西部工技研究報告 40(1997),12
- 2) 光木他：T.IEE Japan, Vol. 120-A, No. 11, 1032(2000)
- 3) 長谷川他：広島県立西部工技研究報告 43(2000), 79
- 4) 三浦：電子材料, 18(2001)
- 5) 桧垣他：広島県立西部工技研究報告 44(2001),28