

卓上型妨害電磁波計測システムの開発（第1報）

萩原 茂・河西 伸¹・木島 一広・布施 嘉裕・藤本 秀昌^{*1}・伊藤 洋^{*2}

Development of the Desktop Measurement System for Evaluation of Radiated Disturbance (1st Report)

Shigeru HAGIHARA, Shin-ichi KASAI, Kazuhiro KIJIMA and Yoshihiro FUSE

Hidemasa FUJIMOTO^{*1}, Hiroshi ITOH^{*2}

要 約

電子機器開発時の放射妨害波測定の簡素化を目的として、卓上型妨害電磁波計測システムの開発を行った。平成16年度は、単純放射源として用いるダイポールアンテナを製作し、その近傍磁界強度を測定した。また、その結果から近傍磁界の三次元分布図を作成し単純放射源の特性評価を行った。これらの結果に基づいて、シールドットループコイルをアレー状に配置し、幅300mm×奥行き300mm×高さ100mm程度のEUTが測定可能な計測部の製作を行った。

Abstract

In order to simplify radiated disturbance measurement, we are developing the desktop measurement system. In this period, we manufactured the dipole antenna to use as the simple radiation source, and measured the strength of magnetic near-field above it. Furthermore, we constructed the three-dimensional distribution map based on measurement results of magnetic near-field strength, and evaluated the simple radiation source. Based on these results, we manufactured the measurement unit which is forming shielded loop coil array.

1. 緒 言

電子機器を設計・開発する上では、電磁環境両立性規格に準拠しなければならない。電磁環境両立性規格に準拠した電子機器を開発するためには、電波暗室やオープンサイト等の測定場や種々の高性能測定器が必要である。これらの施設を建設し、機器を保有するためには膨大な設備投資が必要となる。中小企業は製品競争力強化のために開発コストの削減を求められており、これらの設備を保有することは難しい。

そこで、民間の測定業者や公的機関の保有する設備に頼らざるを得ないが、このような場合、利用希望日時の重複、利用時間の制約、搬送コストが新製品の開発期間短縮に与える大きな課題となっている。

本研究は、上記のような状況を改善するために、中小企業が自社内において開発する電子機器の簡易評価に使用可能な卓上型妨害電磁波計測システムを開発する事を目的として研究を行った。

平成16年度は、単純放射源として使用するダイポールア

ンテナを製作し、アンテナ付近の近傍磁界強度の三次元分布を測定した。さらに近傍磁界測定データに基づいて卓上型妨害電磁波計測システムの計測部を試作した。

2. 実験方法

2-1 単純放射源の製作

卓上型妨害電磁波計測システムの計測部を設計する際に参照する単純放射源として、ダイポールアンテナの製作を行った。アンテナエレメントは、直径6mmのアルミパイプを用いて製作し、全長は365mmである。また、ノイズ対策用フェライトコア（星和電機）を用いてバランを形成した。

筐体は光造形装置（ディーメック）を用いて製作した。

2-2 単純放射源の近傍磁界測定

卓上型妨害電磁波計測システムの計測部を設計する際の基礎データを得ることを目的として、製作したダイポールアンテナの近傍磁界測定を行った。磁界プローブには日本電気真空硝子CP-2Sを用いた。プローブの立体的な走査を行うため、ターンテーブル（デバイスD2301AV）による供試体の回転、アンテナタワー（デバイスD2201D）によ

*1 テュフオータマ株式会社

*2 国立大学法人山梨大学

る上下方向走査，手動操作による動径方向の走査を組み合わせて，円筒座標系の測定系を構築した．VisualBasicを用いた制御プログラムを作成し，テーブル・タワー・コントローラ（デバイス製D2101AV）を介してプローブの走査制御を行った．

測定したデータはCSV形式で保存し，smartGRAPH（フリーウェア）を用いてグラフに示した．

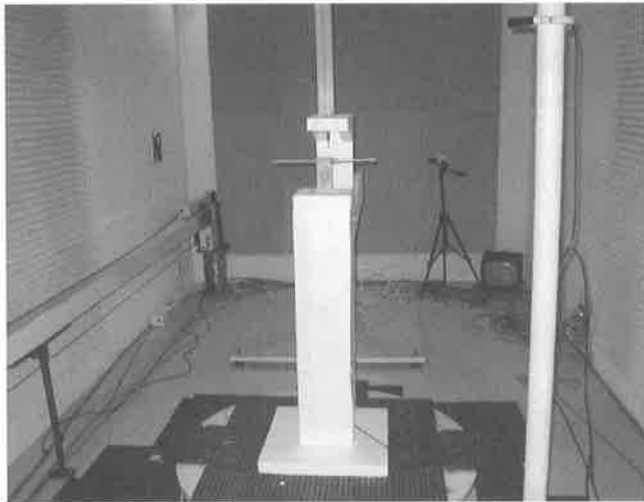


Fig.1 Measurement of magnetic near-field distribution above the simple radiation source.

2-3 卓上型妨害電磁波計測システム計測部の製作

単純放射源の近傍磁界測定で得られたデータを元に，計測部の製作を行った．計測部は経済性を考慮し，シールドループコイルを53個配置したループコイルアレーとした．

電磁界のトランスデューサとして用いるシールドループコイルは，セミリジットケーブル3D-6CT（フジクラ）をループ径10mmに加工し，53個製作した．製作したすべてのループコイルについてマイクロストリップ基板上の近傍磁界測定を行い，市販の磁界プローブで同様の測定を行った結果との比較を行うことで，補正係数を求めた．

ループコイルを取り付けるためのジグは，非導電性・非磁性のものとするため，樹脂製の半球殻状とした．3次元CAD（UnigraphicsUGS PLM ソリューションズ）を用いて設計を行い，光造形装置により，筐体を製作した．紫外線硬化樹脂はデソライトSCR-701を用いた．

3. 結果および考察

3-1 単純放射源の製作

製作した単純放射源の外観をFig.2に示す．単純放射源の樹脂筐体中央には，バランが納められている．また，給電は筐体下部のN型コネクタより行った．

製作したアンテナの入力端反射係数（S11）測定結果をFig.3に示す．

測定結果より，製作したアンテナは373MHz，640MHz，913MHz，1164MHz付近に共振周波数を持っていることが判った．共振周波数付近では，比較的利得の高いアンテナとして動作する．共振周波数以外では放射は起こるものの，その強度は小さいため，今回の測定では，主に共振周波数付近における近傍磁界測定を行った．

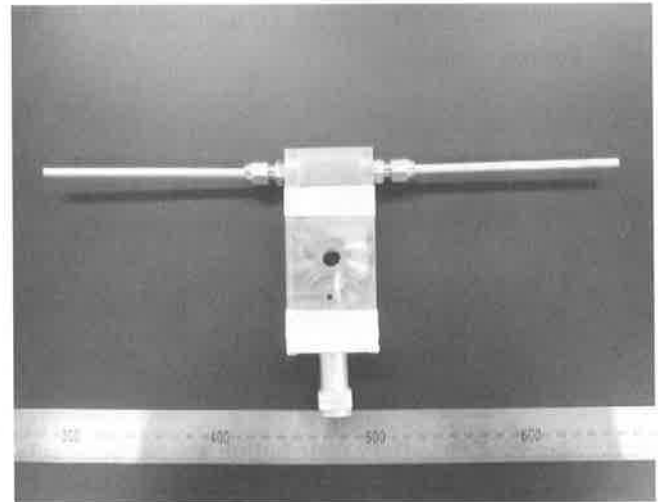


Fig.2 The appearance of the simple radiation source.

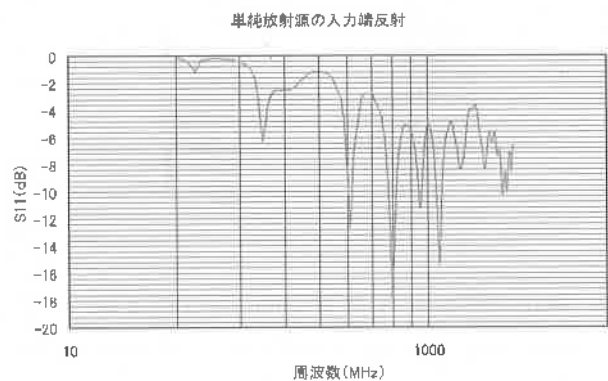


Fig.3 Reflection coefficient at input port of the simple radiation source.

3-2 単純放射源の近傍磁界測定

以下の条件で単純放射源の近傍磁界測定を行った．

- ・ 走査範囲
Z方向：アンテナ上：5 mm～505mm（50mm間隔）
R方向：0～350mm（50mm間隔）
φ方向：360° 走査（1° 間隔）
- ・ 給電周波数 49, 145, 300, 640MHz
- ・ 給電電力 -10dBm

測定結果の一例をFig.4～Fig.9に示す．

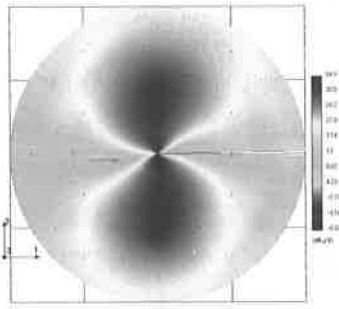


Fig.4 Magnetic near-field distribution above the simple radiation source. (Feed Freq. : 300MHz Probe Position : 5mm)

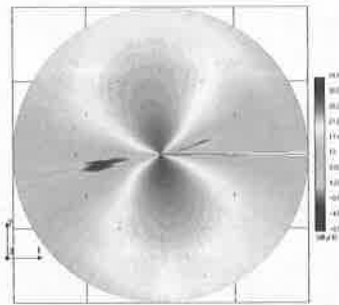


Fig.5 Magnetic near-field distribution above the simple radiation source. (Feed Freq. : 300MHz Probe Position : 105mm)

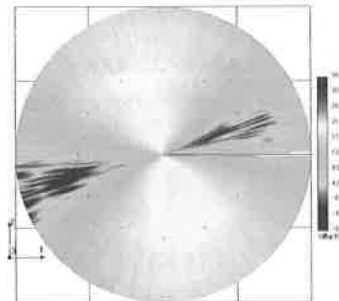


Fig.6 Magnetic near-field distribution above the simple radiation source. (Feed Freq. : 300MHz Probe Position : 205mm)

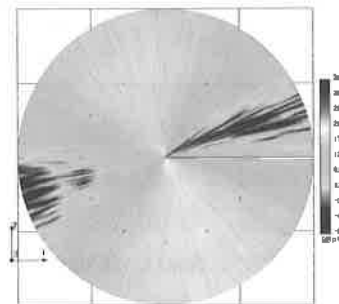


Fig.7 Magnetic near-field distribution above the simple radiation source. (Feed Freq. : 300MHz Probe Position : 305mm)

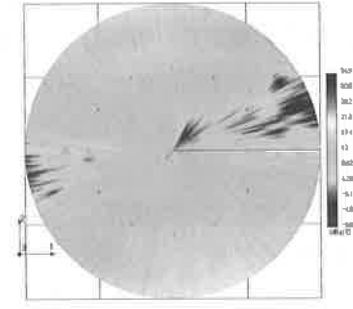


Fig.8 Magnetic near-field distribution above the simple radiation source. (Feed Freq. : 300MHz Probe Position : 405mm)

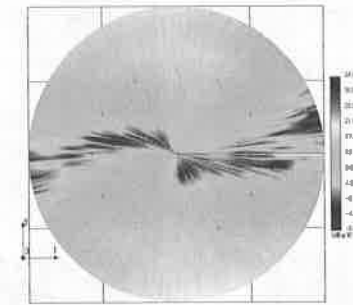


Fig.9 Magnetic near-field distribution above the simple radiation source. (Feed Freq. : 300MHz Probe Position : 505mm)

近傍磁界分布図において単純放射源はy軸（紙面上下方向）上に設置されている。

単純放射源に300MHz（波長1m）の高周波を給電した場合には、Fig.4に示されるように、ダイポールアンテナ特有の8の字状の近傍磁界分布が観測された。

分布が完全な対称形でないのは、アンテナ形状の非対称性と、作成したバランの特性が最適化されていないことに起因しているものと考えられる。

Fig.4～Fig.9は給電周波数300MHzの時に、100mm間隔でプローブを上昇させて得られた近傍磁界分布を示す。プローブの上昇に従って、近傍磁界成分は急激に減衰し、放射パターンが近傍界パターンから遠方界パターンへと推移している状況が確認できる。

3-3 システム計測部の製作

製作したシールドットループコイルの外観をFig.10に示す。このコイルの補正係数をFig.11に示す。

補正係数測定結果には、コイル固有の共振に起因するような特異点は確認されず、周波数に比例して感度が向上するコイル特有の特性が確認された。

53個作成したコイルについて補正係数を測定した結果、すべてほぼ同等の特性であることが確認できた。

製作したループコイルを保持するジグを作成するために用いた光硬化性樹脂の比誘電率の測定結果をFig.12に示す。使用した光硬化性樹脂の比誘電率は10MHz～1000MHzの周波数範囲においては3.3～2.9の範囲で直線的に減衰する。これは電磁波測定機器の構造部品として用いられることの多いアクリル樹脂（比誘電率2.2～3.2）やFRP（比誘電率4.5前後）とほぼ同等の性質であるといえる。

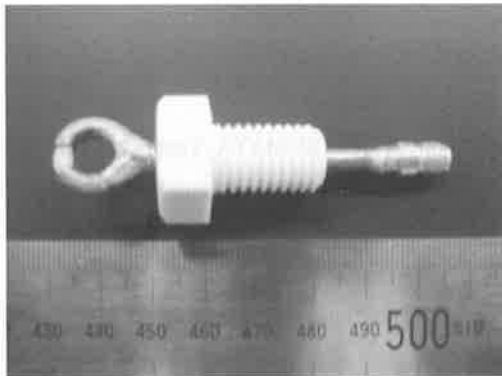


Fig.10 The appearance of shielded loop coil.

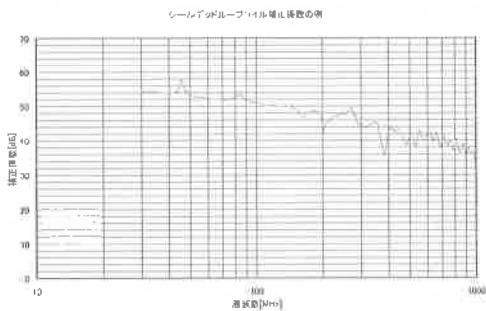


Fig.11 Correction coefficient of shielded loop coil.



Fig.12 The relative permittivity of solid creation resin.

製作した卓上型妨害電磁波計測システムの計測部をFig.13に示す。

この計測部の筒体内径は960mm、高さ480mmの半球状であり、幅300mm×奥行300mm×高さ100mm程度のEUTの測定を想定した大きさとした。

平成17年度以降、製作した計測部の評価を行う計画である。

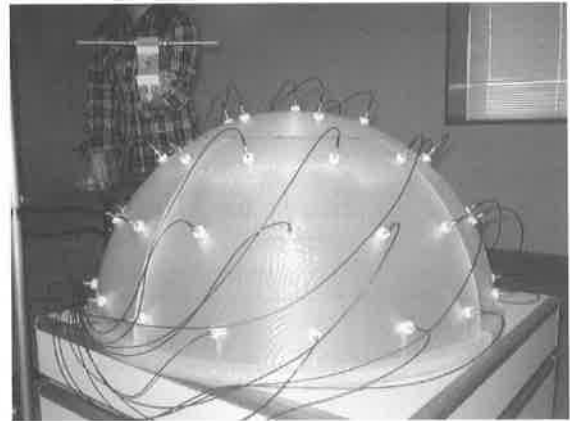


Fig.13 The appearance of measurement unit of the desktop measurement system.

4. 結 言

本研究では、平成16年度に次の2つの項目を行った。

- 30MHz～1GHzの周波数帯域において、市販の磁界プローブを三次元的に走査し、試作した単純放射源の近傍磁界を測定した。その結果、卓上型妨害電磁波計測システムの計測部を試作するために必要な基礎データを得た。
- 近傍磁界測定結果を基に、供試体を覆うドームの寸法形状とアンテナ取り付け位置等の検討を行い、卓上型妨害電磁波計測システムの計測部の試作を行った。トランスデューサに直径10mmのシールドドットループコイルを用いて、これを樹脂製のドーム状ジグの中心から一定の距離間隔で53個を取り付けループコイルアレーを製作した。

平成17年度では、計測部の評価を行うとともに、理論的な解析を行い、さらに改良する計画である。

本研究で用いた備品（EMIレシーバ、インピーダンスアナライザ、オシロスコープ）は競輪の補助金を受けて導入しました。日本自転車振興会に感謝致します。

参考文献

- 1) 渡辺毅, 飯塚裕一, 増田則夫: “半導体デバイスのEMC評価法—磁界プローブ法の概要—”: NEC技報, Vol.53, No.4 P132. (2000)
- 2) Clayton R.Paul: EMC概論, ミマツデ・タシステム (1994)
- 3) 虫明康人: アンテナ・電波伝搬, コロナ社 (1961)
- 4) J.D.Jackson: 電磁気学, 吉岡書店 (1994)