

# プリント配線板のアンバランスによる

## 放射とその改善方法に関する研究

### Study on Improvement of Imbalance Radiation of Printed Circuit Board

楊 蓓蓓

指導教員 高橋丈博, 浪岡美予子

拓殖大学大学院 工学研究科 情報・デザイン工学専攻 高橋研究室

キーワード: プリント配線板・放射・アンバランス・シミュレーション・配線の位置

#### 1. はじめに

電子機器から発生する不要な電磁放射は、他の機器などに影響する。電磁放射による問題を減らすために、いろいろな規制が行われている。電磁放射に影響する原因を探し、さらに電磁放射を改善する方法を研究することは必要である。

プリント配線板からの放射は、配線や基板を流れる電流によって発生するが、同じ配線でも、配線が基板の中央に位置した場合に比べ、基板端に位置した場合には放射が大きく増加することが知られている[1]。これはプリント基板の構造が左右アンバランスになることによるものと思われる。本研究ではこのアンバランスによって何が変化しているかを調べ、このアンバランスを改善する方法について検討する。その結果として、放射の低減を目指す。

#### 2. 研究概要

##### (1)モデルの作成

今回使用するモデルは図1に示すように基板、グラウンドと配線の三つの部分から成る基本的な構造である。基板の片面に配線1本、もう片面にグラウンド平面を作成する。配線の両端に port を設置して、一端からもう一端へ信号を伝搬する。モデルの材質の設定は、配線とグラウンドを導体として、Cu を使用する。基板は誘導体として、FR-4(ガラスエポキシ)を使用する。

基板幅を 150mm、基板長を 300mm、基板厚を 1.6mm と設定した。グラウンドと配線の厚さを

0.018mm と設定した。

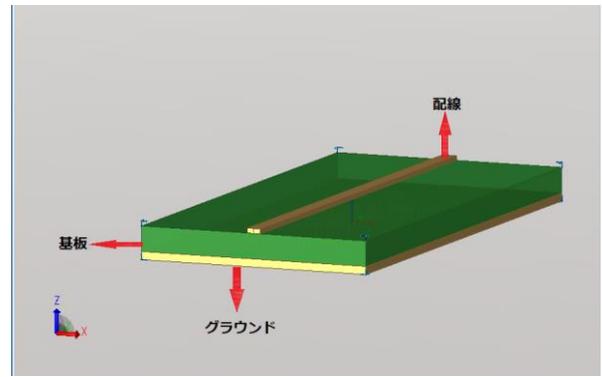


図1. プリント配線基板の構造

##### (2)シミュレーションの設定

プリント配線板からの放射の検討は、基本的に電磁界シミュレーションを利用して行う。今回使用した電磁界シミュレーターは Keysight 社の EMPro である。基本的なシミュレーション方法として FEM 法(有限要素法)を利用して、モデルの放射の計算を行う。このとき、配線位置を変えて計算を行い、変化を調べる。

#### 3. シミュレーション

##### 3.1 計算方法

配線の位置を基板の中央から基板端まで 10mm ずつ移動して、電磁界シミュレーションを行う。

プリント配線基板上で、配線の位置が変わると、プリント基板の構造が左右アンバランスになる。このアンバランスによって何が変化しているかを調べるために、図2によって、配線位置を分割線とし、プリント配線基板を左右二つ部分で分ける。

左右それぞれのグラウンドの電流を比較し、アンバランスの影響を調べる。グラウンドの電流は、電磁界シミュレーションで求められる近傍磁界から求めることにした。

プリント配線板の近傍磁界を求めるために、図2のように解析空間上に3.85mm間隔で40個観測点を設定する。

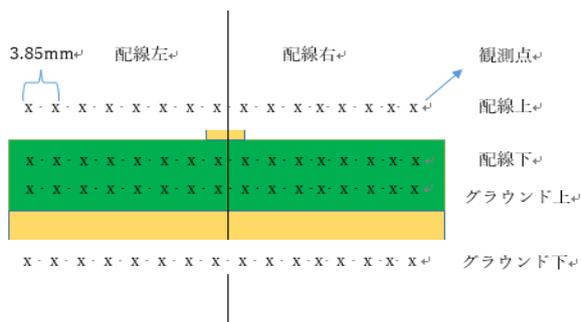


図2 近傍磁界の観測点

シミュレーションのファイル出力結果によって、観測点の座標 x、y、z、配線上、配線下、グラウンド上とグラウンド下の磁界を抽出することができる。磁界は図3のように、xyz方向の複素数の値を得る。

|    | A         | B        | C        | D        | E         | F         | G        | H                   | I                   |
|----|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|---------------------|---------------------|
| 1  | x         | y        | z        | Re[Hx]   | Im[Hx]    | Re[Hy]    | Im[Hy]   | Re[H <sub>z</sub> ] | Im[H <sub>z</sub> ] |
| 2  | -7.70E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 5.33E-10 | -7.79E-10 | -4.01E-10 | 5.31E-10 | -2.11E-10           | 2.83E-11            |
| 3  | -7.32E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 7.07E-10 | -2.96E-09 | -4.22E-10 | 5.01E-10 | -4.52E-10           | 3.57E-10            |
| 4  | -6.93E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 1.11E-09 | -4.68E-09 | -4.40E-10 | 4.52E-10 | -4.69E-10           | 2.29E-10            |
| 5  | -6.55E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 1.62E-09 | -6.52E-09 | -4.51E-10 | 3.95E-10 | -4.24E-10           | 2.43E-12            |
| 6  | -6.16E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 2.47E-09 | -8.07E-09 | -4.48E-10 | 3.32E-10 | -4.31E-10           | -6.71E-11           |
| 7  | -5.78E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 3.32E-09 | -9.62E-09 | -4.45E-10 | 2.68E-10 | -4.37E-10           | -1.37E-10           |
| 8  | -5.39E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 4.35E-09 | -1.09E-08 | -4.43E-10 | 1.97E-10 | -4.42E-10           | -5.40E-10           |
| 9  | -5.01E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 5.40E-09 | -1.17E-08 | -4.17E-10 | 1.51E-10 | -4.20E-10           | -4.24E-10           |
| 10 | -4.62E+01 | 1.52E+02 | 3.39E+00 | 6.45E-09 | -1.26E-08 | -3.90E-10 | 1.05E-10 | -3.97E-10           | -3.08E-10           |

図3. 磁界のファイル出力結果

配線やグラウンドの電流はx方向の磁界Hxに、各観測点の間の距離をそれぞれかけ算して、YRとYIの大きさを得る。

$$YR = \text{Re}[Hx] * x \text{ 方向幅}$$

$$YI = \text{Im}[Hx] * x \text{ 方向幅}$$

配線から左方向の各観測点のイメージ部分のかけ算結果(YR)、リアル部分のかけ算結果(YI)それぞれの和を計算する。最後に、絶対値を計算して、左合計を得る。右合計も同じ方法で計算する。

配線上、配線下、グラウンド上とグラウンド下

四つ方面に、右合計と左合計を比較した。

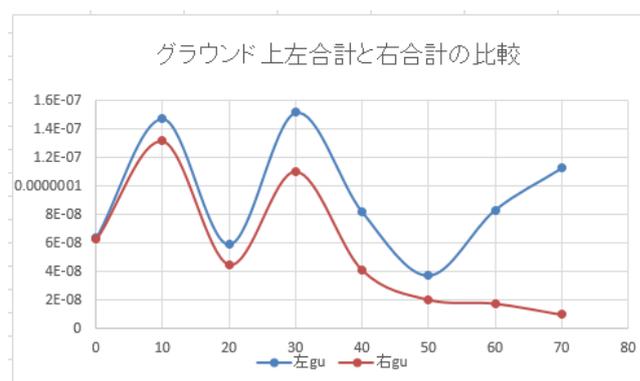


図4. グラウンド上左合計と右合計の比較

### 3.2 計算結果

上記の方法で、シミュレーションを行った。配線を中央から移動したときの距離をx軸とし、配線の左右の電流を比較したものを図4に示す。配線が基板の中央に位置した場合に比べ、基板端に位置した場合はグラウンド電流の差が大きくなる増加することがシミュレーションの結果から分かった。

### 4. 今後の予定

プリント配線板のアンバランスによるコモンモード電流の変化を、ワークベンチファラデーケージなどを用いて測定し、シミュレーションで得られた結果との比較を行う。

プリント配線板のアンバランスを改善するための手法を検討する。例えば、線路の左右における容量の違いが原因であるとする、左右の容量の違いを小さくするような配置や、容量部品の追加などを行って、コモンモードの発生量や、放射の大きさなどを比較し、その効果を検証する。

#### 参考文献

[1]井上卓也 2016年度 修士論文 マイクロストリップラインの基板構造による放射増加に関する研究