

# 高周波伝送線路特性の最適化に関する研究開発

○藤原 康平\*1)、小林 丈士\*1)、磯部 忠昭\*2)、竹谷 篤\*2)

## 1. はじめに

原子核物理学実験用に、荷電粒子の飛跡を高い空間分解能で捕らえる3次元読み出し型ガスチェンバー(Time Projection Chamber: TPC)を開発する。この空間分解能の向上には、パッドで捕らえた信号を伝送する高周波伝送線路のクロストークが小さく、かつシグナル・インテグリティの高い事が要求される。

以上を満足する高周波伝送線路の設計を電磁界および高周波回路シミュレータで行い、製作した伝送線路の測定評価を通じて所望の伝送線路を開発する。

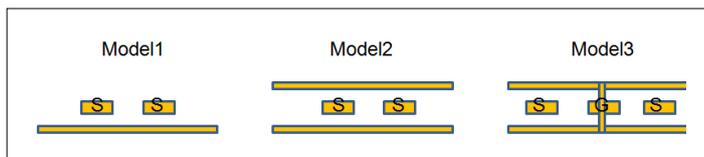


図1 電磁界シミュレーションモデルの断面図

## 2. 実験方法

プリント基板のシミュレーションモデルを図1に示す。Model1はストリップライン構造、Model2はマイクロストリップライン構造、Model3は信号線間にグラウンド線を設けたモデルである。母材の厚さを Model1 では 1.6 mm、Model2 と Model3 では 1.2 mm、母材の誘電率を 4.2、誘電正接を 0.015、銅箔の導電率を  $5.8 \times 10^8$  S/m、信号線の長さを 36 mm、周波数範囲 10 MHz~2.5 GHz としてモーメント法で電磁界シミュレーションを行った。図2に Model3 の電磁界シミュレーションの結果を示す。

## 3. 結果・考察

立ち上がり時間 10 ns、立ち下がり時間 10 ns、パルス幅 50 ns のパルスを与え、隣の線路に誘起するクロストークをシミュレーションした結果と、評価基板を用いてクロストークレベルを測定した結果を表1に示す。このことから、Model3 のプリントパターンが最もクロストークレベルが小さく、0.04% (実測値) で有ることが確認できた。

表1 クロストークレベルの結果

	シミュレーション	実測
Model1	1.70%	-
Model2	0.33%	0.05%
Model3	0.08%	0.04%

## 4. まとめ

シミュレーションおよび試作基板の測定の結果、Model3 が最も良い結果であった。これは、線間にグラウンド線と信号線の上下にグラウンド層を設けたので、励振された信号線から生じる電気力線が隣接する信号線へ到達しにくい為であると考えられる。本研究を通じ、高シグナル・インテグリティ、低クロストークのプリント基板の設計と評価の手法が確立できた。

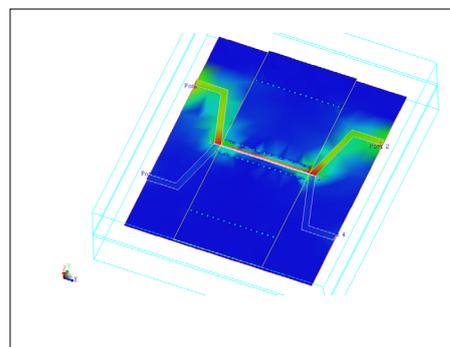


図2 Model3 の電磁界シミュレーションの結果

また、クロストークのシミュレーションにおける上限周波数を目的の周波数よりも 20 倍以上高く設定すると計算精度の向上が見込められると思われる。特にパルス波を扱う場合には、高次の周波数成分を含むので有効であると考えられる。

\*1) 電子半導体技術グループ、\*2) 理化学研究所 仁科加速器研究センター