

マイクロストリップラインと同軸ケーブル接合部におけるインピーダンス整合改善に関する研究

Research on Improving Impedance Matching at Microstrip Lines and Coaxial Cable Junctions

蓮沼 栄太郎

指導教員 前山 利幸

拓殖大学大学院 工学研究科 機械・電子システム工学専攻 前山研究室

キーワード：EMC, 電磁解析

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレット端末などの電子機器に更なる高速化や小型化が要求されている。これらの回路で配線として用いられているマイクロストリップ線路は、コネクタやケーブルと接続されており物理的にも高周波的にも不連続点が多数存在する。不連続点では他回路との干渉やインピーダンス不整合などが生じ、伝送信号に悪影響をもたらす[1]。特に、5Gの利用周波数帯であるミリ波帯においては、さらにその影響が大きくなることが考えられる。

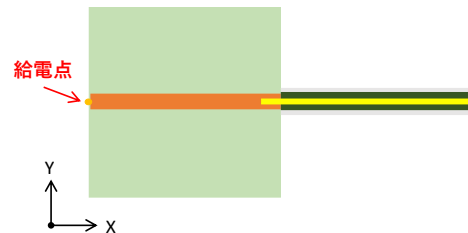
本研究では、先行研究[2]としてマイクロ波帯である 2.4 GHz を例としてマイクロストリップラインと同軸ケーブルの簡易モデル化に加えて、さらにマイクロストリップラインのグラウンドの一部を段差状に構造を変化させることで、接合部におけるインピーダンス整合を目指す。

2. 解析モデル及び解析条件

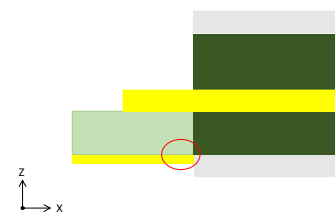
本研究に用いたモデルを図 1 に示す。(a)基板の各寸法は、長さ 50mm、幅 50mm、厚み 2.5mm(誘電体 2mm、外部導体 0.5mm)、線路幅 4.1mm、誘電率は 3.9 である。なお、(c)基板と同軸ケーブル接合部の部分において、基板グラウンドを長さ 1mm、幅 50mm、厚さを 0.4mm とした。インピーダンス設計値は 50 ohm である。同軸ケーブルの各寸法は外部導体内径 5mm、中心導体内径 1.4mm、誘電率は

2.3 である。インピーダンス設計値は 50ohm である。

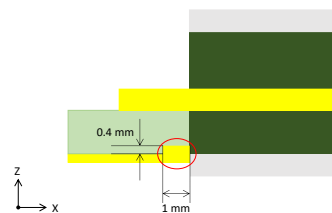
給電点は図 1(a)に示すように、マイクロストリップラインの端面である。同軸ケーブルの末端は 50ohm 終端である。解析周波数は 2.4GHz とし、使用ソフトは FDM 社の EEM-FDM[3]であり、解析手法は FDTD 法である。



(a) 解析モデルの全体



(b) 接合部の変更前



(c) 接合部の変更後

図 1 解析モデル

3. 解析結果

図2は解析モデルの電界分布図である。(a)は基板グランドに段差のないモデルであり、(b)は基板グランドに段差があるモデルである。(a),(b)共に給電点よりマイクロストリップラインを良好に伝播していることが確認できる。図3は図2の電界分布図の接合部を拡大したものである。(a)の基板グランドに段差がないモデルは、(b)の基板グランドに段差があるモデルと比較すると接合部付近で電界分布の放射が少ないことが確認できる。

図4は観測点におけるインピーダンスを示す。今回の研究ではマイクロストリップラインと同軸ケーブルとの境界面から0.8mmの位置に観測点を設置した。マイクロストリップラインと同軸ケーブルの接合部付近の観測点では、スミスチャート上において基板グランドに段差のないモデルは同軸ケーブルに近い誘導性成分が増加し、インピーダンスも設計値の50ohmより増加している。しかし、基板グランドに段差のあるモデルでは観測点のインピーダンスは電界分布の空間への放射が少ないため、インピーダンスは設計値の50ohmを示している。

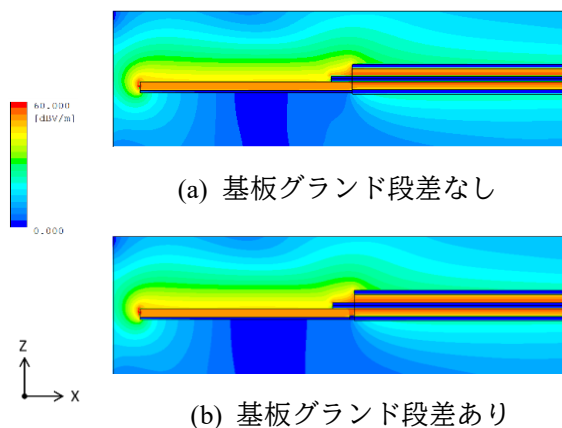


図2 解析モデルの電界分布図

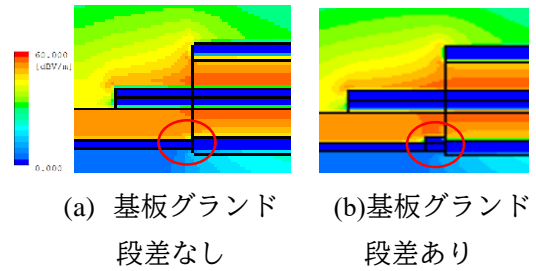


図3 接合部の拡大電界分布図

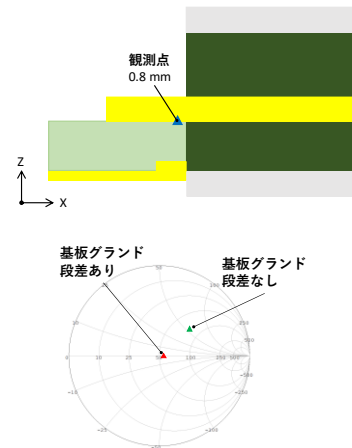


図4 観測点及び観測点でのスミスチャート

4. まとめ

今回の検討では、基板グランドに段差を設けることで接合部でのインピーダンス整合を目指したが、段差を設けることにより接合部での誘導性成分とインピーダンスの増加を抑えることで、50ohmのインピーダンス整合が確認できた。

今後の検討として、ミリ波帯による高周波での影響について検討を行っていく。

参考文献

- [1] 高橋美枝, “マイクロストリップ線路の曲がり部形状による電磁波の放射抑制に関する検討,” 信学論(C), Vol.J82-C-1, No.9, p561, 1999.
- [2] 福嶋他, “マイクロストリップラインと同軸ケーブルとの接合部の電磁界解析,” 信学総大, C-6-4, Mar. 2020.
- [3] EEM-FDM, <http://www.e-em.co.jp/>