

ミリ波帯低インピーダンス素子のシャント接続測定の検討

A millimeter-wave shunt measurement technique for low-impedance elements

眞木 翔太郎 河合 誠太郎 岡田 健一 松澤 昭
Shotaro Maki Seitaro Kawai Kenichi Okada Akira Matsuzawa

東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻
Department of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology

1 まえがき

近年、60GHz帯無線通信の研究が盛んに行われている。60GHz帯における回路設計では、波長に対して素子の大きさが無視できない。このため、MIM Transmission Line (MIM TL) と呼ばれる伝送線路の一種が図1のようにデカップリング素子として用いられる[1]。MIM TLとは、信号線の両側に並列に容量を並べることによって、特性インピーダンスを低くした伝送線路である。しかし、このMIM TLは特性の測定が困難であるため、モデリングを正確に行うことが難しい。本研究では、MIM TLのモデリングを行うために、この特性をより正確に測定するための手法を提案する。

2 提案手法

2端子受動素子の特性を測定するには、図2(a)のような構造が用いられる。図3に、実際にこの方法で測定を行い、PADとTLをde-embeddingした結果を示す。この図より、MIM TLの長さ $l=40[\mu\text{m}]$ と $l=50[\mu\text{m}]$ の場合で、特性インピーダンスや、単位長さあたりの α (減衰定数)、 β (位相定数)、またQ値が異なるという結果になることが分かる。このように、この測定手法では正しく測定することができない。これは、MIM TLの特性インピーダンスが低いために、プローブからの入射波がMIM TLでほとんど反射してしまい、通過特性を正確に測定することができないからと考えられる。

そこで図2(b)のように、通常のTLの間でshunt側にMIM TLを接続し、測定を行うという手法を提案する。この構造では入射波の反射が少なくなり、通過特性のより正確な測定が可能になる。今回はこの手法を用いて測定し、MIM TLのモデリングを行った。

3 測定およびモデリング結果

提案構造を用いて、 $l=40[\mu\text{m}]$ 、 $l=80[\mu\text{m}]$ のMIM TLを接続し、この構造全体のSパラメータの測定を行った。さらに、この測定結果から $20[\mu\text{m}]$ のMIM TLをモデリングした。このモデルと、TL、PADなどの素子のモデルを用いて図2(b)と同様の構造を構成し、全体のSパラメータをシミュレートした。これらの実測値とシミュレーション値を比較したグラフが図4、図5である。これらのグラフより、MIM TLの長さを変化させても、実測値とシミュレーション値はよく一致していることが分かる。よって、MIM TLのモデリングをより正確に行うことができたと考えられる。

4 まとめ

MIM TLのモデリングを行うために、この特性をより正確に測定する手法を提案した。この手法によって、MIM TLのより正確なモデリングが可能になった。

謝辞

本研究の一部は、総務省委託研究『電波資源拡大のための研究開発』、総務省SCOPE、科学研究費補助金、半導体理工学研究センター、キャノン財団、並びに東京大学大規模集積システム設計教育研究センターを通じ、日本ケイデンス株式会社およびアジレント・テクノロジー株式会社の協力で行われたものである。

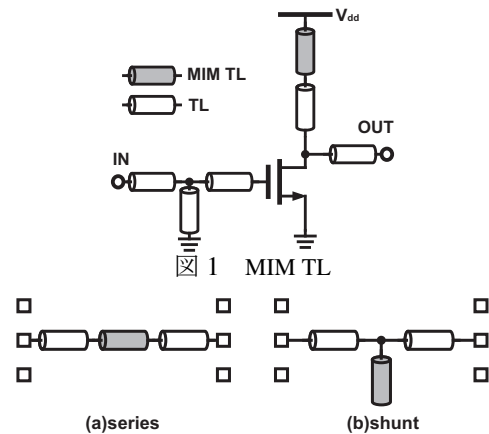


図2 測定手法

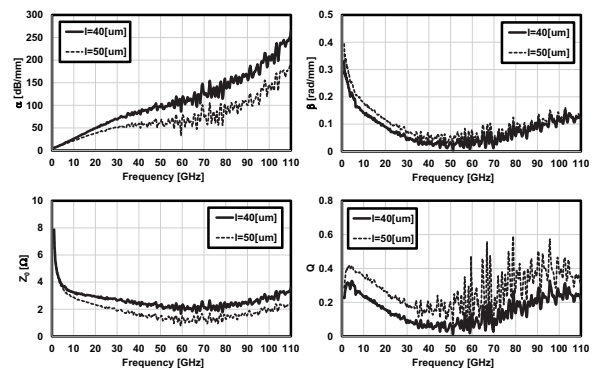


図3 series形での測定時のMIM TLの特性

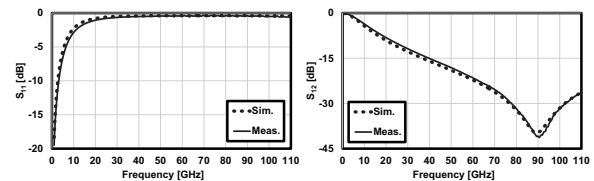


図4 $l=40[\mu\text{m}]$ shunt形測定のTEG全体のSパラメータ

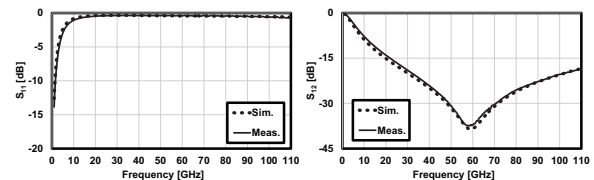


図5 $l=80[\mu\text{m}]$ shunt形測定のTEG全体のSパラメータ

参考文献

- [1] K. Okada, et al., "A 60 GHz 16QAM/8PSK/QPSK/BPSK Direct-Conversion Transceiver for IEEE 802.15.3c," in ISSCC, Feb. 2011.