

ミリ波帯キャパシティブクロスカップリング差動増幅器のための対称交差レイアウトの提案

A Proposal of Symmetrical Layout of Crossing Lines Using in a mmW Capacitive Cross-Coupling Differential Amplifier

リム キムスルン
Kimsrun Lim

南 亮
Ryo Minami

津久井 裕基
Yuki Tsukui

岡田 健一
Kenichi Okada

松澤 昭
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

ミリ波帯の増幅器において高い利得を得るため、キャパシティブクロスカップリング (Capacitive Cross Coupling, CCC) 手法が用いられる [1]. 差動増幅器は回路図上対称構成になっているが、実際のレイアウト上では交差部分が非対称になり、増幅器の CMRR (同相信号除去比) を劣化させるだけでなく出力に差動ミスマッチを起こすという問題がある.

2 対称交差部分のレイアウト

CCC を用いた差動増幅器は図 1 で示すように交差している部分が生じる [2]. ミリ波帯の差動増幅器ではマッチングブロックに伝送線路を使用しているため、配線が必然的に最上層配線を使うことになる. 従来の配線構造では、2つの配線を交差させるときに異なる配線層を用いてくぐり抜けるようにレイアウトしなければならないため非対称になる (図 2(a)). 本研究では新しい対称交差レイアウトを提案する (同図 (b)). この構造は交差する所までが最上層とその下の層をビアで接続して、実際に交差させる部分を2つに分岐する. それらの分岐した配線は異なる二層の配線層を使用して他方の配線と交差させた後、全く同じ形をした反対側の配線とビアで接続する. この時、ビア抵抗の影響を抑えるために多くのビアを打てるように中央部分のスペースを広く確保した. この構造では両方の配線に同じだけのビア抵抗と寄生容量が付いているので物理的にも電気的にも対称な構造となる.

3 シミュレーション結果

電磁界シミュレーター (Momentum) を使用して従来構造と提案構造の電磁界解析を行った結果を図 3 に示す. 60GHz における S_{21} と S_{43} のミスマッチは従来構造では 0.68dB であるのに対して、提案した構造では 0.027dB であり、13.96%の改善ができた. また、新構造では S_{21} と S_{43} の特性が -0.5dB 以下になり損失も削減できた.

4 まとめ

本稿は新しい交差レイアウトの構造を提案した. 単体では、この新構造は従来方法に比べて 13.96%の対称性を改善した. また、新構造を適用した差動増幅器において振幅ミスマッチが 0.044dB から 0.0002dB に、位相ミスマッチが 0.47° から 0.02° に改善した.

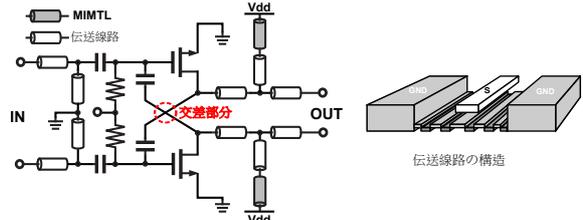


図 1 キャパシティブクロスカップリングを用いた差動増幅器

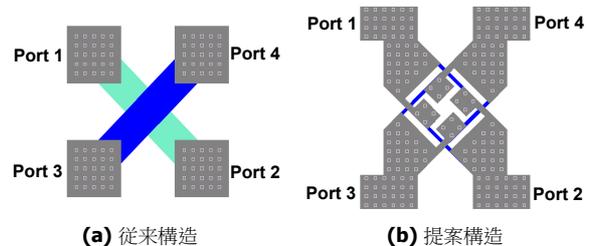


図 2 交差部分のレイアウト

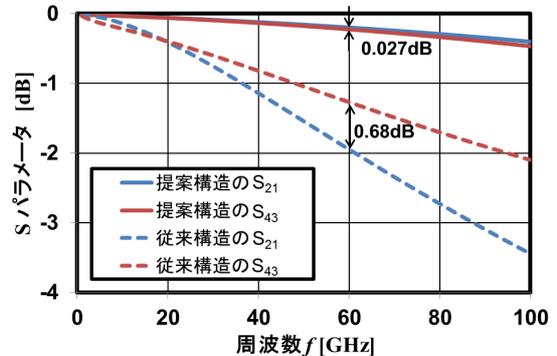


図 3 電磁界解析による S パラメータの結果

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し、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。

参考文献

- [1] Wei L. Chan, *et al.*, "A 58-65 GHz neutralized CMOS power amplifier with PAE above 10% at 1-V supply", *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol.45, no.3, pp.554-564, Mar. 2010.
- [2] H. Asada, *et al.*, "A 60GHz CMOS power amplifier using capacitive cross-coupling neutralization with 16% PAE", *European Microwave Conference (EuMC)*, Oct. 2011, pp. 1115-1118.