

# 電磁界シミュレータを用いた 3.7 GHz 帯/28 GHz 帯 5G 用ダイプレクサに関する一検討

3.7/28 GHz Band Diplexer for 5G Applications by Electromagnetic field Simulation

天津 瑠斐<sup>†</sup> 松木 淳一郎<sup>†</sup> 松浦 弘樹<sup>†</sup> 塩竹 明人<sup>†</sup> 和田 光司<sup>†</sup>

Rui AMATSU<sup>†</sup> Junichiro MATSUKI<sup>†</sup> Hiroki MATSUURA<sup>†</sup> Akehiro SHIOTAKE<sup>†</sup> Koji WADA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 電気通信大学

<sup>†</sup> The University of Electro-Communications

## 1. はじめに

現在,5G が最新の移動体通信システムとして注目されており, 5G で利用される周波数帯である 3.7 GHz 帯 (3.6~4.1 GHz)及び 28 GHz 帯 (27.0~29.5 GHz)では, キャリア 4 社に周波数帯がそれぞれ割り当てられている[1].本稿では, 3.7 GHz 帯及び 28 GHz 帯の 5G 用ダイプレクサの設計について検討する.

## 2. 3.7 GHz 帯 BPF

他方の通過帯域で高次共振を抑制するために, 3.7 GHz 帯 BPF (Bandpass Filter)は集中定数素子のキャパシタと MSL (Microstrip Line)で構成されたショートスタブを用いて回路シミュレータ ADS (Advanced Design System 2017)及び電磁界シミュレータ Sonnet Ver.15.52 (Sonnet Software, Inc.)により設計された.電磁界シミュレーションの結果, 設計した BPF の 1dB 帯域幅は 500MHz (3.60~4.10GHz)であり, 30GHz 付近の挿入損失が 20dB 以上と所望の通過帯域が形成されていることが確認できた.

## 3. 28 GHz 帯 BPF

28GHz 帯 BPF は, 誘電体の上下をビアで接続された導体で挟む形状の導波路である SIW (Substrate Intergrated Waveguide)[2]を採用しており, 電磁界シミュレータ HFSS 12.1.0 (Ansoft, Corp.)により設計された.電磁界シミュレーションの結果, 設計した BPF の帯域幅は 2540MHz (26.98~29.52GHz)であり, 所望の通過帯域が形成されていることが確認できた.

## 4. ダイプレクサの設計

図 1 に, 整合回路として T 字型の MSL を採用したダイプレクサの回路図を示す.設計した 2 つの BPF がそれぞれ他方の通過帯域で位相が 0 deg, つまりオープン (開放)になるように MSL の長さを調整することで, 図 1 の回路にダイプレクサとしての機能を持たせることが可能になる.図 2 に, 3.7 GHz 帯 BPF 及び 28 GHz 帯 BPF を図 1 のように接続したときの回路シミュレータ ADS でのシミュレーション結果と, 電磁界シミュレータ HFSS で設計したのち調整したときのシミュレーション結果を示す.図 2 より, ADS では帯域幅がそれぞれ 490 MHz (3.61~4.10 GHz), 2600 MHz (27.0~29.6 GHz), 最小挿入損失はそれぞれ 1.54dB, 1.59dB となっており, 所望の通過帯域が得られていることが確認できる.また, 2 つの通過帯域間には 30dB 以下の良好なアイソレーション特性が得られている.一方で HFSS の結果では, 低域

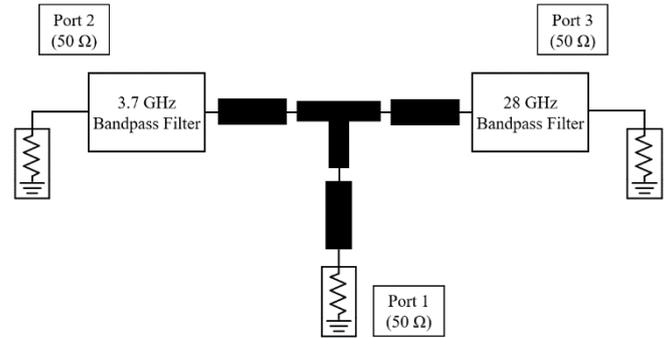


図 1. ダイプレクサの等価回路

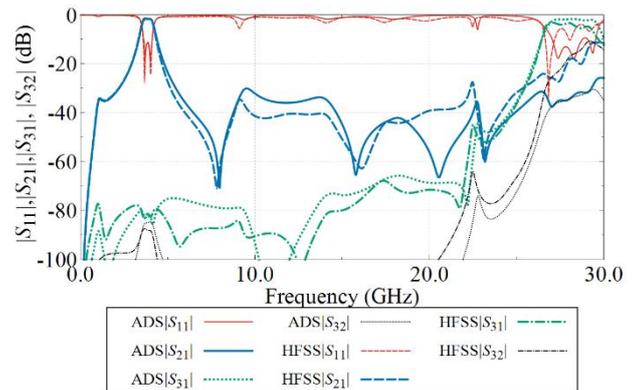


図 2. ダイプレクサの周波数特性

側では帯域幅が 520 MHz (3.58~4.10 GHz), 最小挿入損失は 1.40 dB となり, 所望の通過帯域が得られている.また, 高域側ではさらなる調整が必要であるが, 最小挿入損失が 3.30 dB の通過帯域を形成していることが確認できた.

## 5. 今後の課題

今後はフィルタの透過特性及びアイソレーション特性のさらなる改善, ダイプレクサの試作が課題として挙げられる.

## 参考文献

- [1] 総務省, "第5世代移動通信システム (5G) の導入のための特定基地局の開設計画の認定", [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000613734.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000613734.pdf), 2024 年 10 月 2 日 参照.
- [2] Pei-LingChi, Hung-YinHsieh, and TaoYang, "28-GHz High-Isolation SIW Balanced Diplexer With Highly Controllable Transmission Zeros", IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 69, no. 12, pp.4799-4803, Dec. 2022.