

オンチップマイクロストリップ線路 (MSL)

図 1 にオンチップマイクロストリップ線路の構造を示す。測定を行うための GSG (ground-signal-ground)パッドが両端に接続されている。長さは L であり、Thru ($L=420 \mu\text{m}$)および Line ($L=1020 \mu\text{m}$)の 2 パターンのデータを用意している。Thru, Line の 2 つのパターンを用いると、パッド部の影響を除去するディエンベディング[1]を行うことができる。図 2 に実験に使用したチップ写真を示す。導体の導電率は全て $2.5 \times 10^7 \text{ S/m}$ である。GSG パッドの構造は[1]を参照されたい。S はトップメタルのみで作成されており、G はファーストメタルからトップメタルまでビアで接続された構造をしている。複雑なモデルであるが、全部を金属ブロックでモデル化しても、結果への影響は少ないはずである。

図 3 に Thru ($L=420 \mu\text{m}$)パターンの散乱行列、図 4 に Line ($L=1020 \mu\text{m}$)パターンの散乱行列を示す。測定では $100 \mu\text{m}$ ピッチの GSG プロブを用い、インピーダンス基準基板(ISS)を用いて校正している。

図 5 に伝搬定数の周波数特性を示す。伝搬定数の実測値による抽出は図 3 および図 4 のデータを用い、文献[1]の Thru および Line を用いる方法でディエンベディングした。計算値は固有モード解析を用いた文献[2]の手法の結果である。図 6 に特性インピーダンスの周波数特性[2]を示す。ポートのマイクロストリップ線路の特性インピーダンスは高周波では約 50Ω である。低周波では大きな直列抵抗の値によって実部・虚部ともに絶対値が増大している。

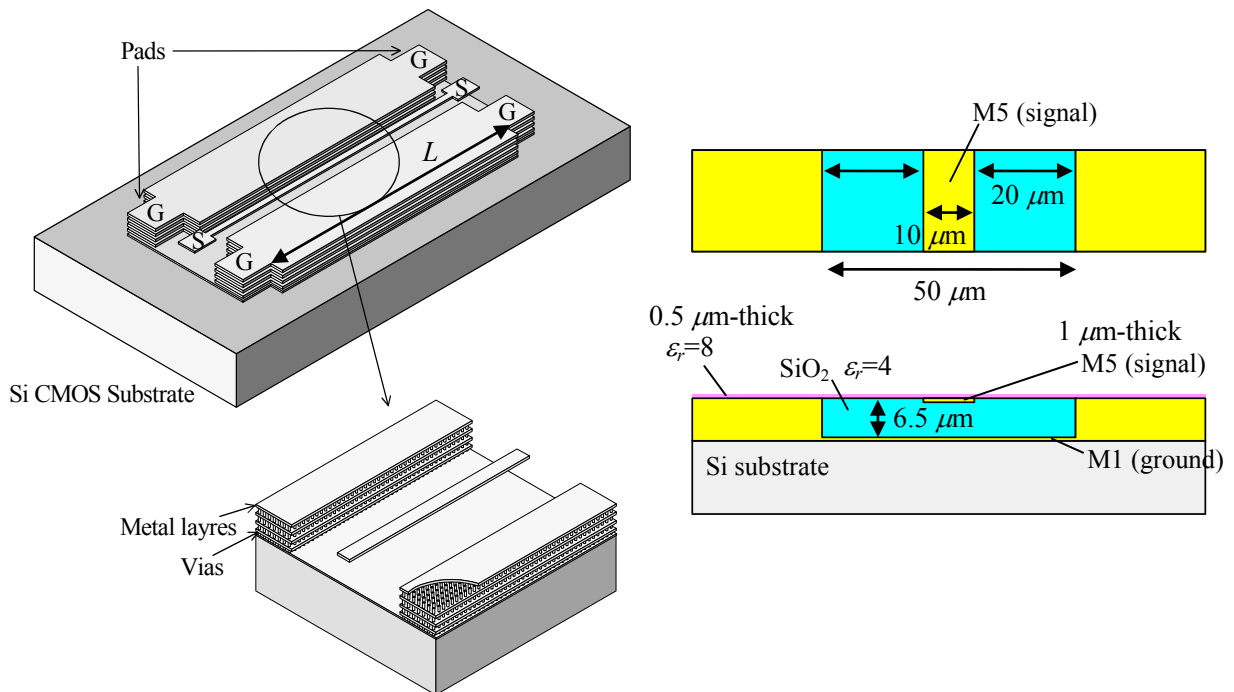


図 1 オンチップマイクロストリップ線路

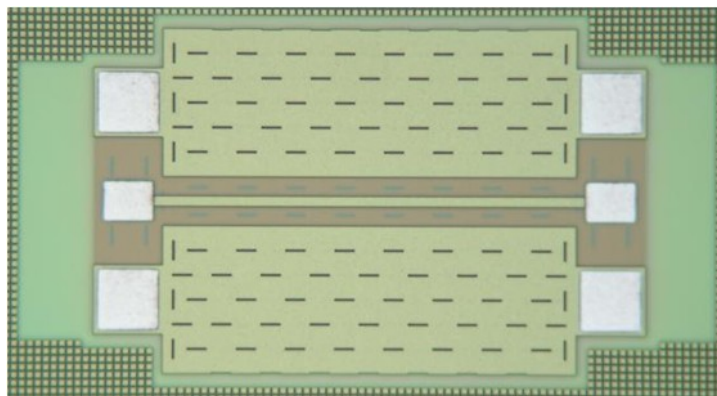
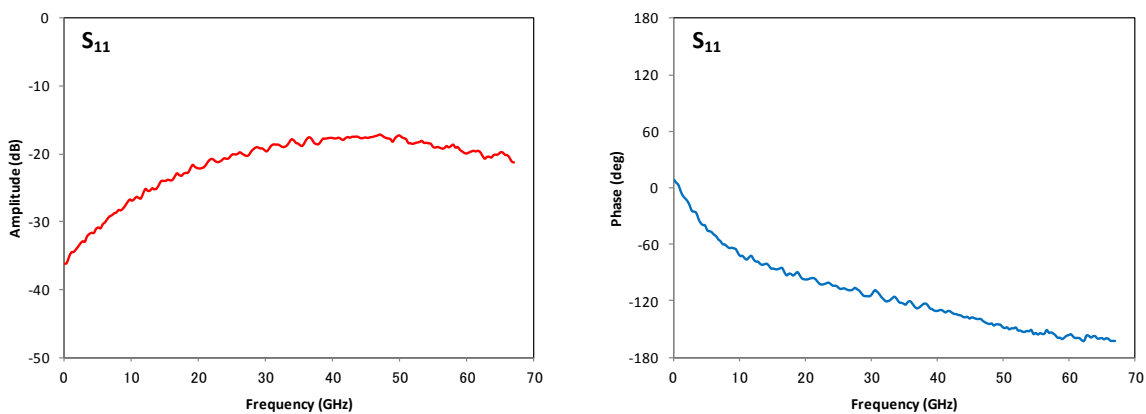
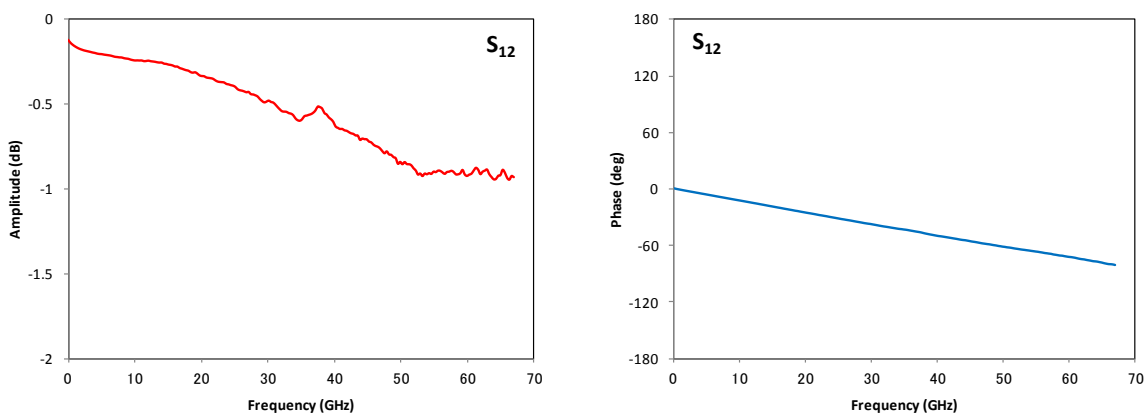


図 2 チップ写真

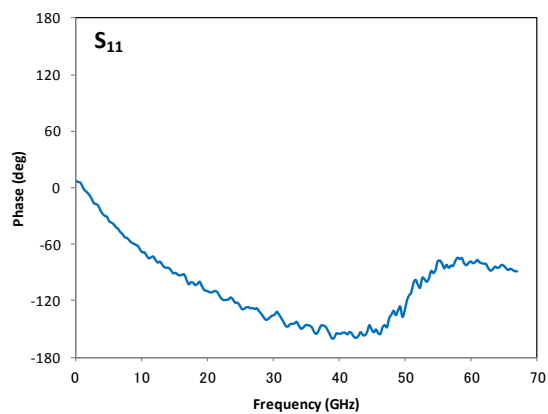
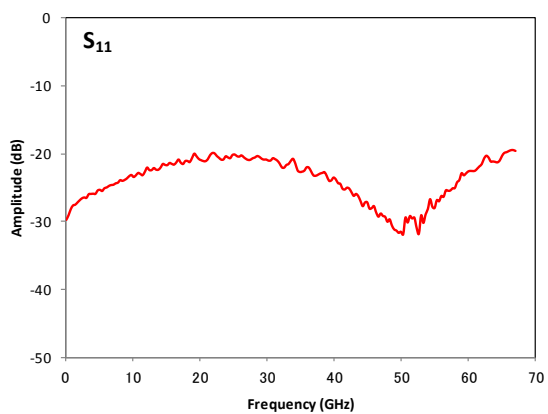


(a) Reflection coefficient S_{11}

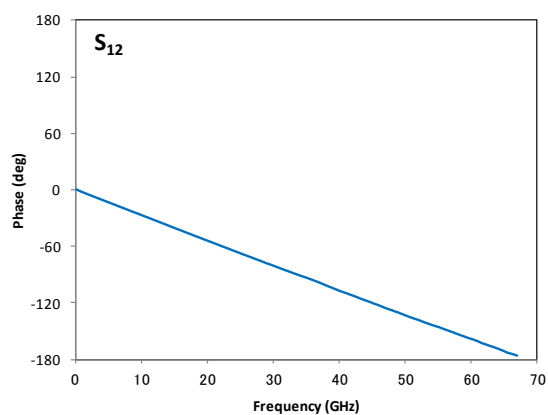
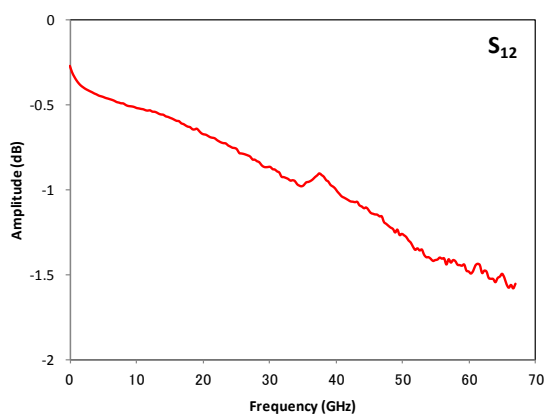


(b) Transmission coefficient S_{21}

図 3 Thru ($L=420 \mu\text{m}$)パターンの散乱行列

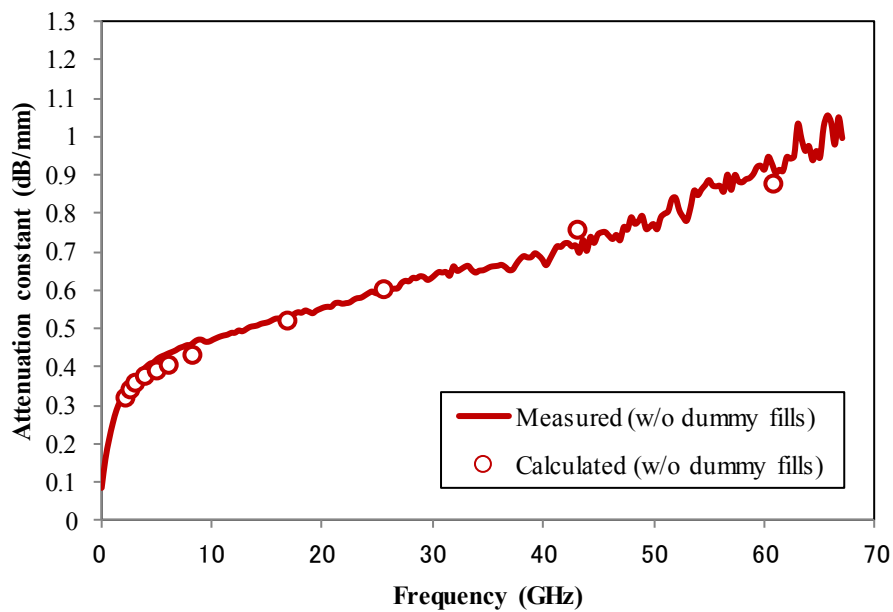


(a) Reflection coefficient S_{11}

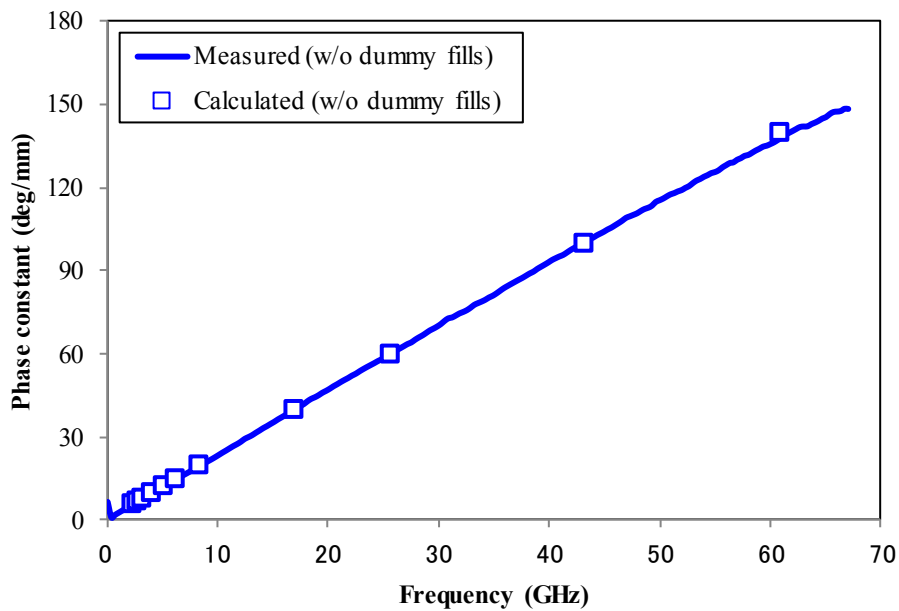


(b) Transmission coefficient S_{21}

図 4 Line ($L=1020 \mu\text{m}$)パターンの散乱行列

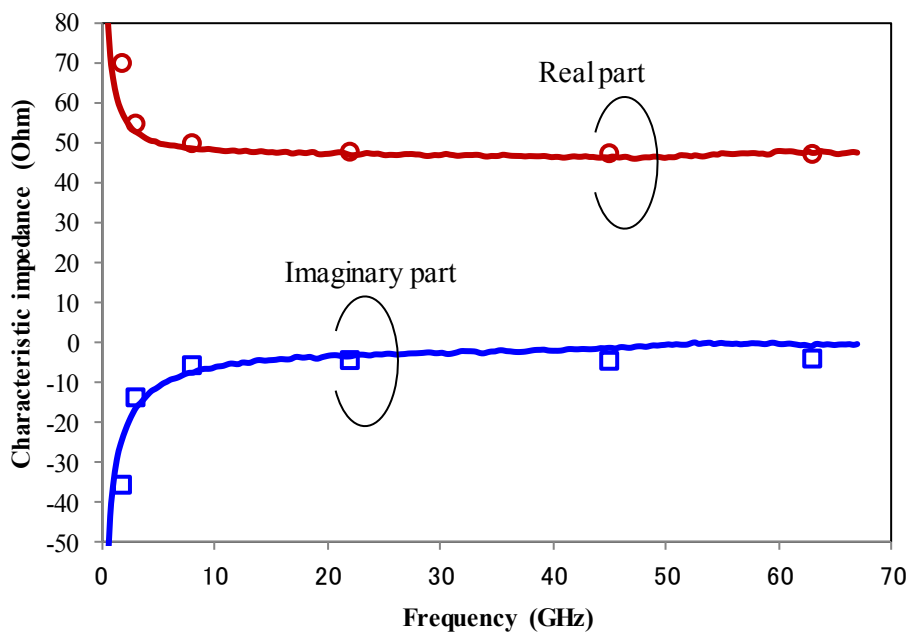


(a) Attenuation constant



(b) Phase constant

図 5 伝搬定数の周波数特性



(b) Phase constant

図 6 特性インピーダンスの周波数特性

参考文献

- [1] T. Hirano, K. Okada, J. Hirokawa, and M. Ando, "Accuracy Investigation of De-embedding Techniques Based on Electromagnetic Simulation for On-wafer RF Measurements," Numerical Simulation - From Theory to Industry, InTech Open Access Book, ISBN: 978-953-51-0749-1, September 19, 2012.
Available:
<http://www.intechopen.com/books/numerical-simulation-from-theory-to-industry/accuracy-investigation-of-d-e-embedding-techniques-based-on-electromagnetic-simulation-for-on-wafer-r>
- [2] Y. Ono, T. Hirano, K. Okada, J. Hirokawa, and M. Ando, "Eigenmode Analysis of Propagation Constant for a Microstrip Line with Dummy Fills on a Si CMOS Substrate," IEICE Trans. Electron., Vol.E94-C No.6, pp.1008-1015, June 2011.