

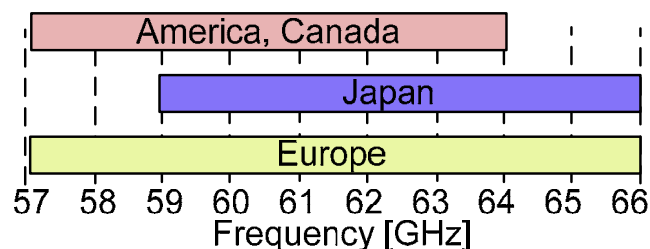
キャパシタクロスカップルを用いた 高効率ミリ波帯差動電力増幅器

浅田大樹, 岡田健一, 松澤昭
東京工業大学 理工学研究科

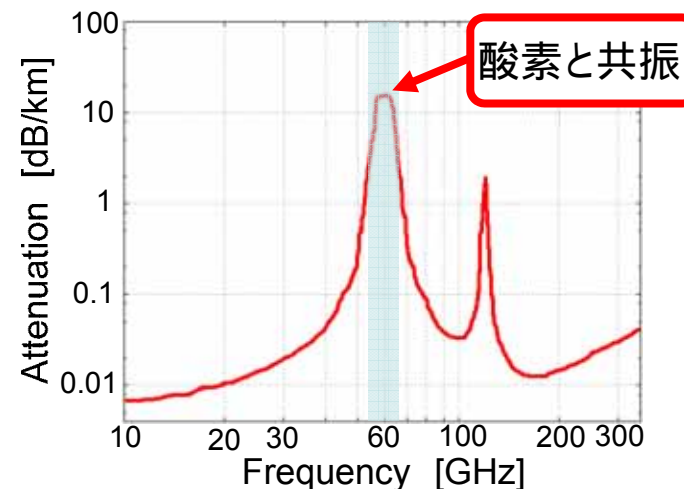
- 研究背景
- キャパシタクロスカップル
- 3段差動電力増幅器
- 測定結果
- 結論

ミリ波帯の中でも特に60GHz帯は低電力ならば世界的に無免許で使用することが可能

Available Frequency without License



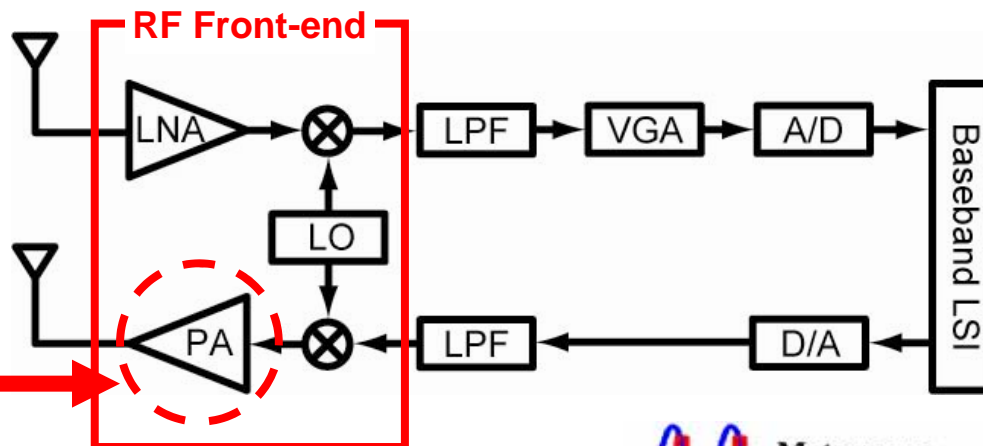
[1] 総務省 電波利用HP
<http://www.tele.soumu.go.jp/index.htm>



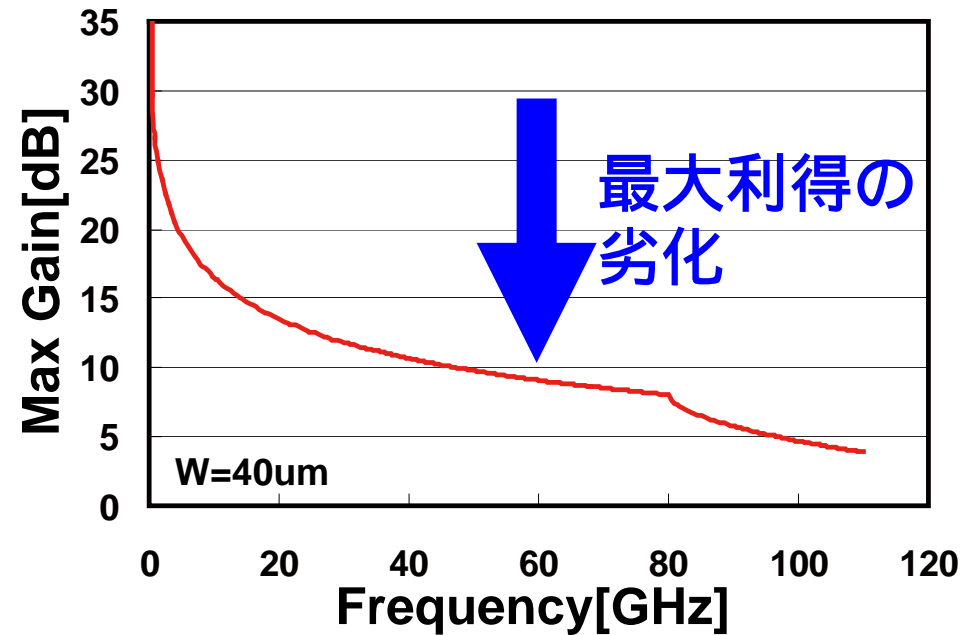
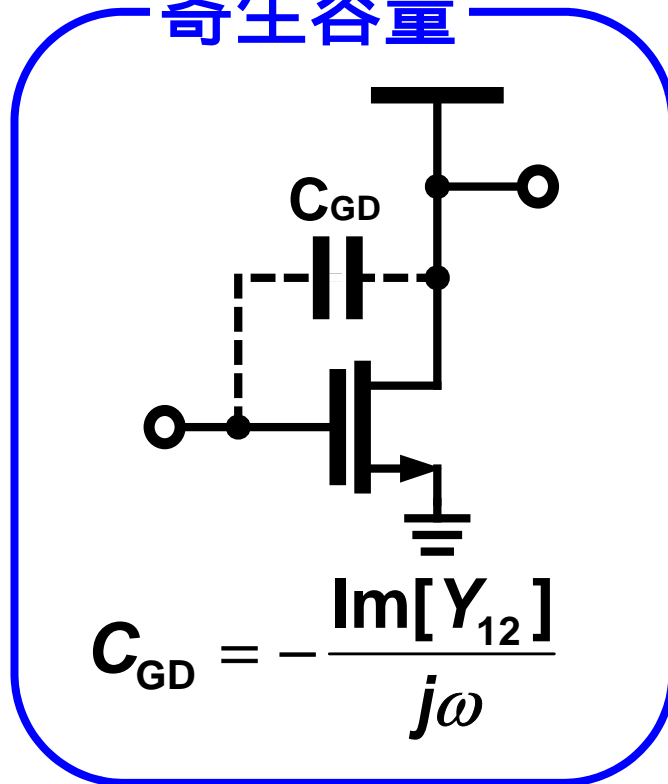
[2] Rec. ITU-R P.676-2, Feb. 1997

電力増幅回路

送信信号を増幅。
高利得と安定性が
必要



寄生容量

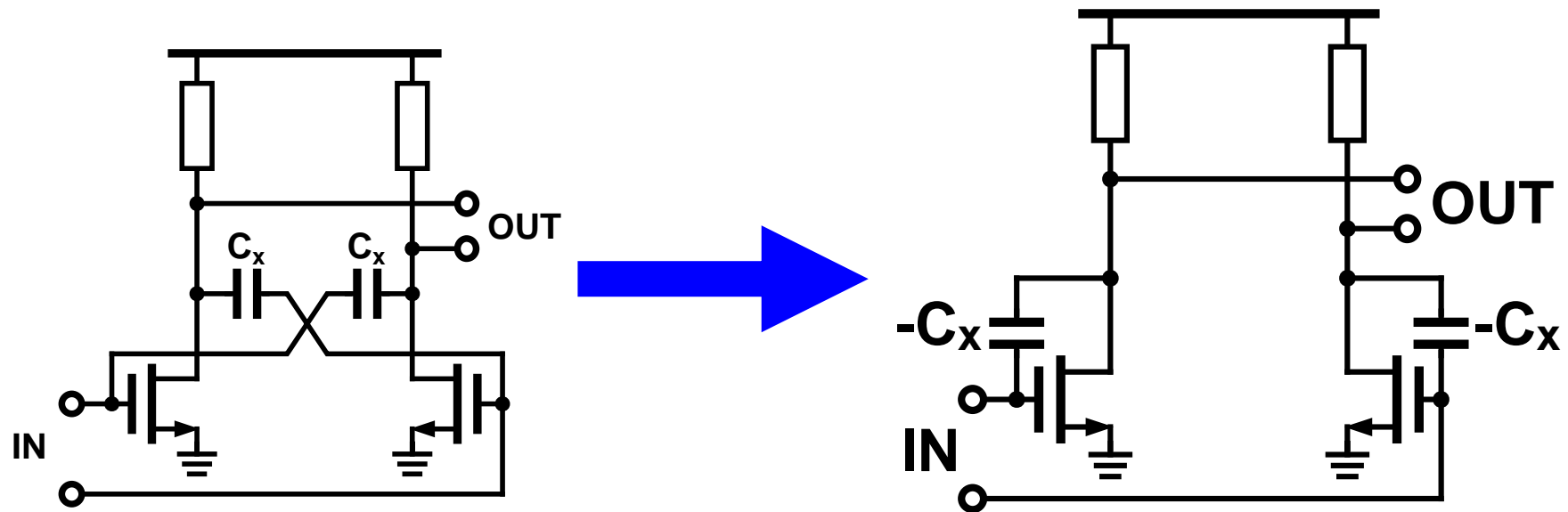


- ミリ波帯では寄生容量の影響が大きい。
 - フィードバック増加→最大有能電力利得と安定性が劣化

キャパシタクロスカップル[3]

5

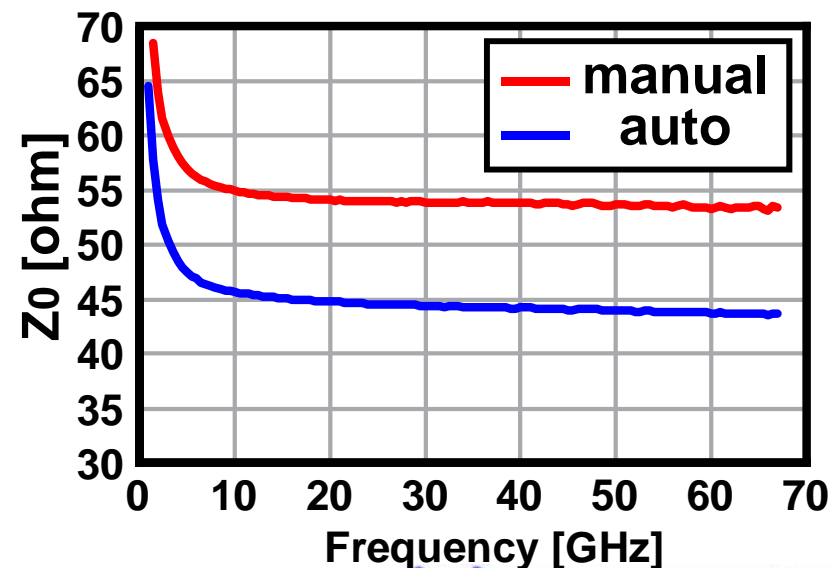
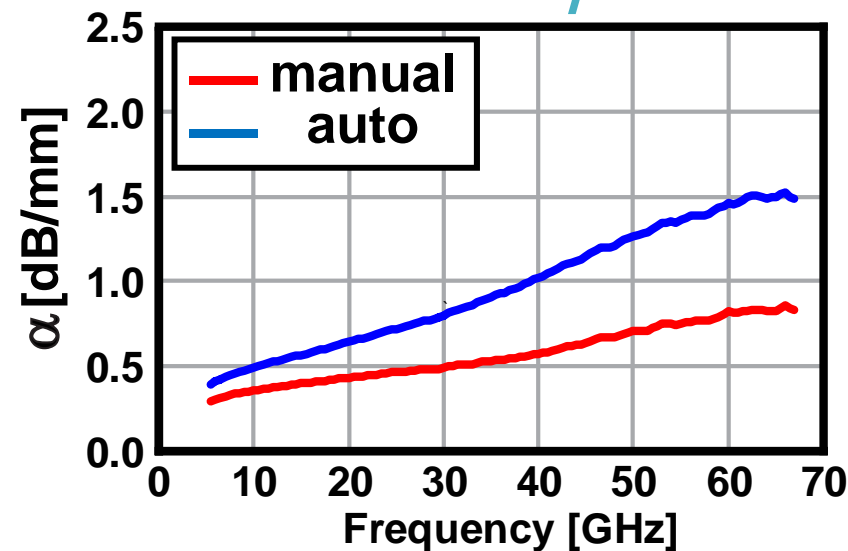
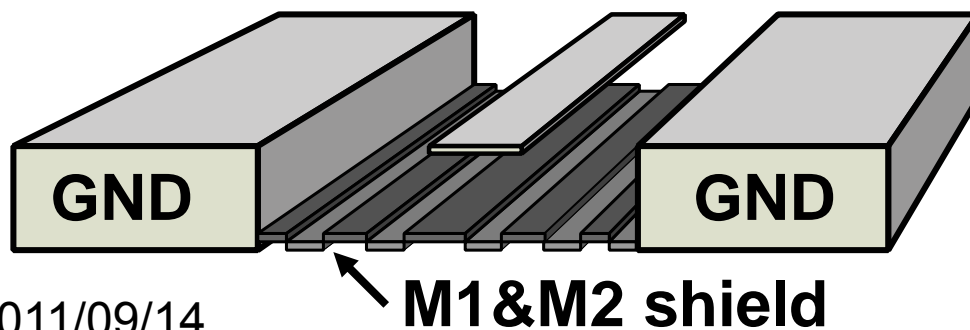
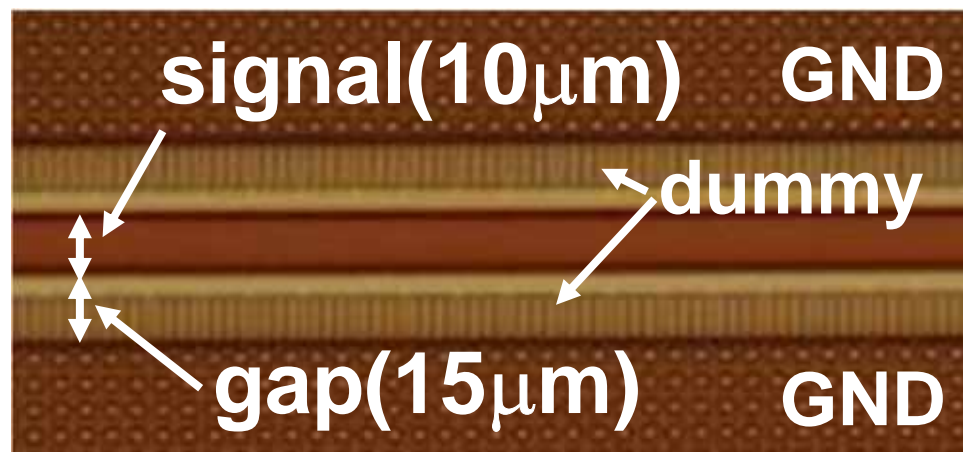
TOKYO TECH
Pursuing Excellence



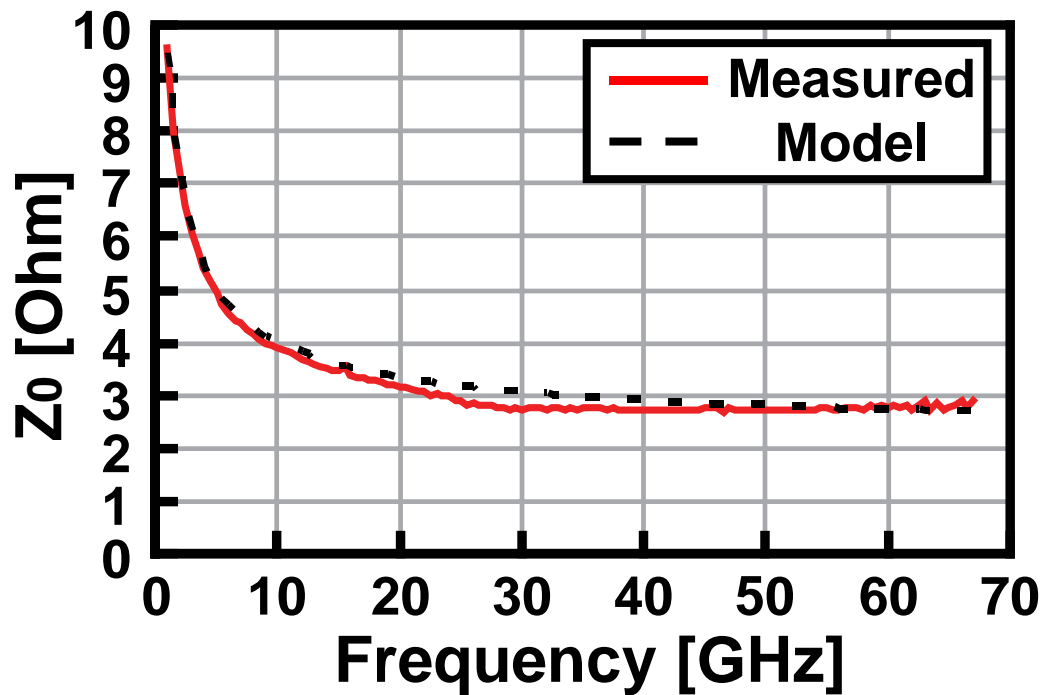
- ゲート-ドレイン間の寄生容量と同程度のサイズのキャパシタを差動対の間に挿入する。
 - 寄生容量の中性化が可能。

伝送線路

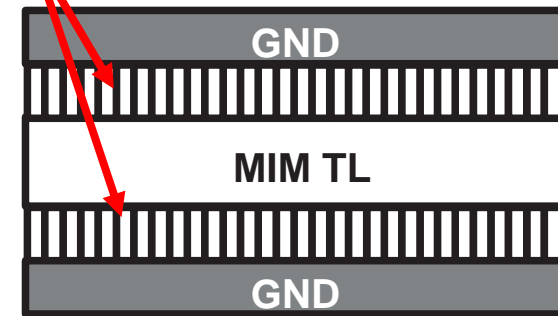
- 0.8dB/mmの低損失
- ダミーを手置きすることで性能や精度を向上



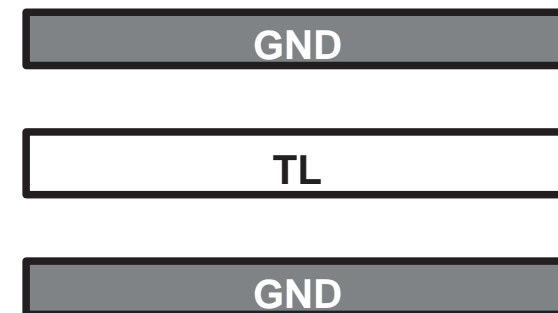
- 短冊状のMIMキャパシタを配した線路をデカップリングとして利用
- 特性インピーダンスの低い伝送線路としてモデリング



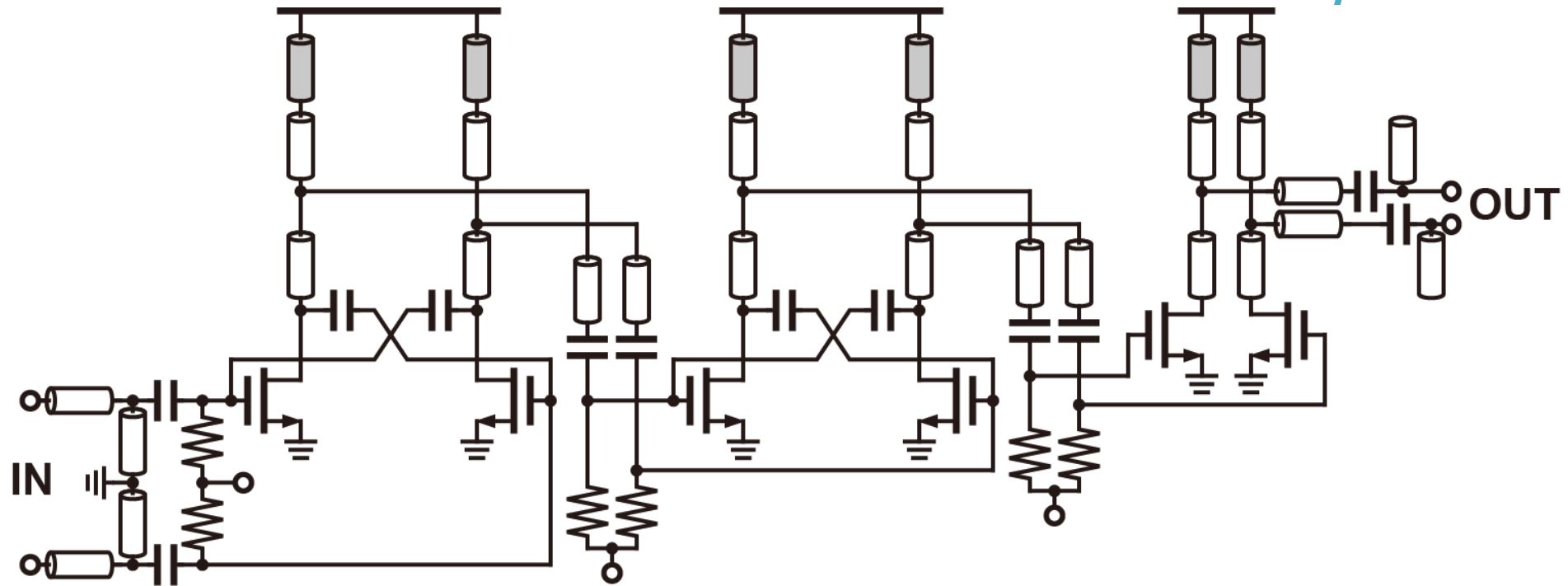
MIM capacitor



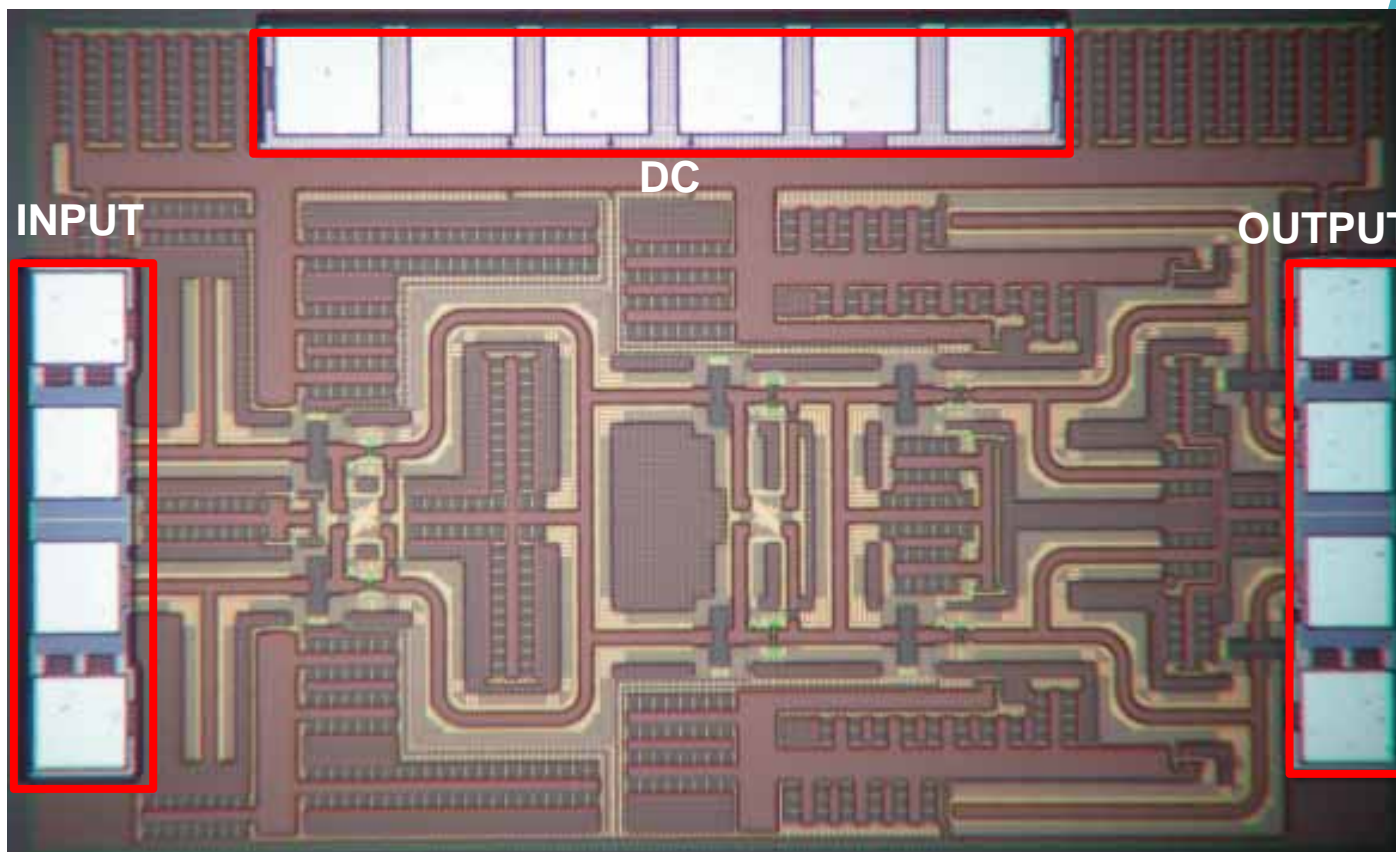
MIM transmission line



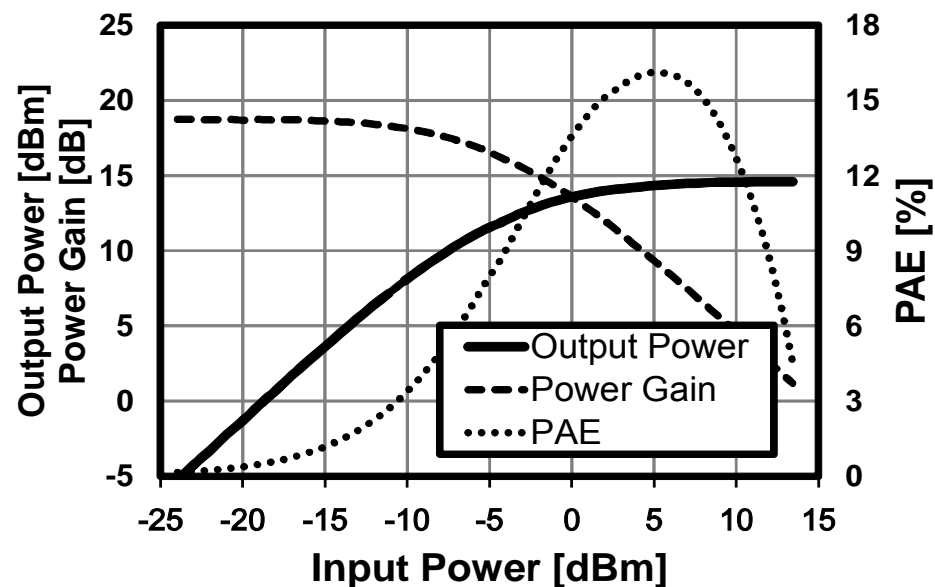
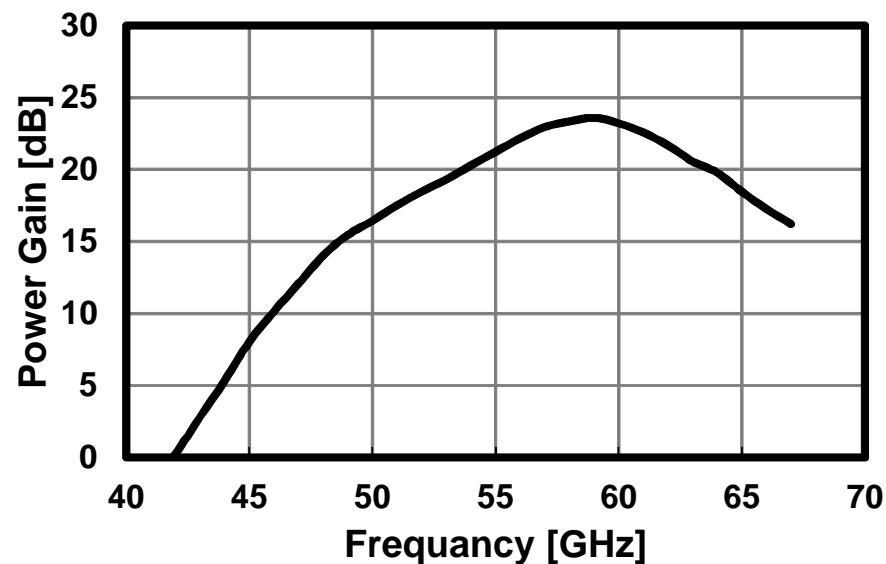
50Ω transmission line



- コモンソース型3段差動電力増幅器
- 1段目と2段目にキャパシタクロスカップルを適用
- 整合回路を伝送線路で構成
- デカップリングキャパシタとしてMIM TLを使用



- 面積: 1.0mmx0.6mm



- 電力利得: 23.2dB
- P_{sat} : 14.6dBm
- $P_{1\text{dB}}$: 10.0dBm
- 消費電力: 135mW ($V_{\text{dd}}=1.2\text{V}$)
- Peak PAE: 16.3%

| | Power Gain [dB] | P_{1dB} [dBm] | P_{sat} [dBm] | Peak PAE [%] | Power [mW] | V_{DD} [V] |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|--------------|
| ISSCC 2008[5] | 5.5 | 9 | 12.3 | 8.8 | - | 1.0 |
| ISSCC 2009[3] | 16 | 2.5 | 11.5 | 11 | 43.5 | 1.0 |
| ISSCC 2010[6] | 20.6 | 18.2 | 19.9 | 14.2 | - | 1.2 |
| ISSCC 2010[7] | 19.2 | 14.1 | 17.7 | 11.1 | 480 | 1.0 |
| ISSCC 2010[8] | 14.3 | 11 | 16.6 | 4.9 | 732 | 1.2 |
| 本研究 | 23.2 | 10.0 | 14.6 | 16.3 | 135 | 1.2 |

- 電力付加効率(Peak PAE)において高い性能を達成した。

[5] D. Chowdhury, *ISSCC*, 2008 [6] C. Y. Law, *ISSCC*, 2010

[7] J. Lai, *ISSCC*, 2010 [8] B. Martineau, *ISSCC*, 2010

- 低損失な伝送線路とキャパシタクロスカップルを用いた高効率な60GHz帯差動電力増幅器を試作し、電力利得23.2dB、1-dB利得圧縮点における出力電力10.0dBm、最大出力電力14.6 dBm、最大電力付加効率16.3%の性能を確認した。特に最大電力付加効率は高い性能を達成した。