

集積化されたPA-LNA間の カップリング経路の実測評価

東京工業大学 大学院
理工学研究科 電子物理工学専攻
松澤・岡田研究室

洪 芝英, 今西 大輔, 岡田 健一, 松澤 昭

- 研究背景
- Txリークの概念
- 測定及びシミュレーション方法
- 結果比較と考察
- まとめ

従来のPA

化合物半導体

微細CMOS技術の発達
小型化、低コスト化への期待

ONE-CHIP トランシーバ

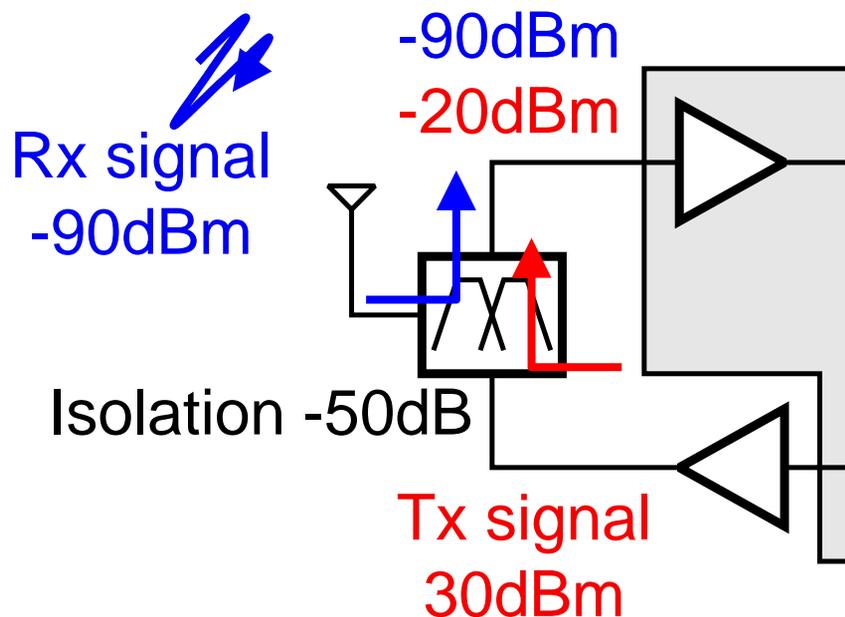
CMOSチップ内にPA集積

Txリークが増える

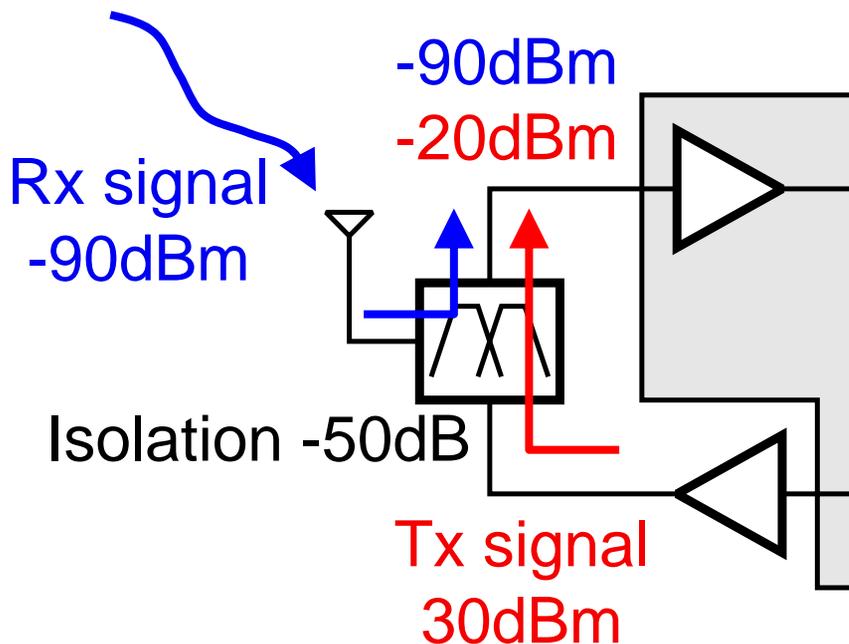


Txリーク増加経路を調べる

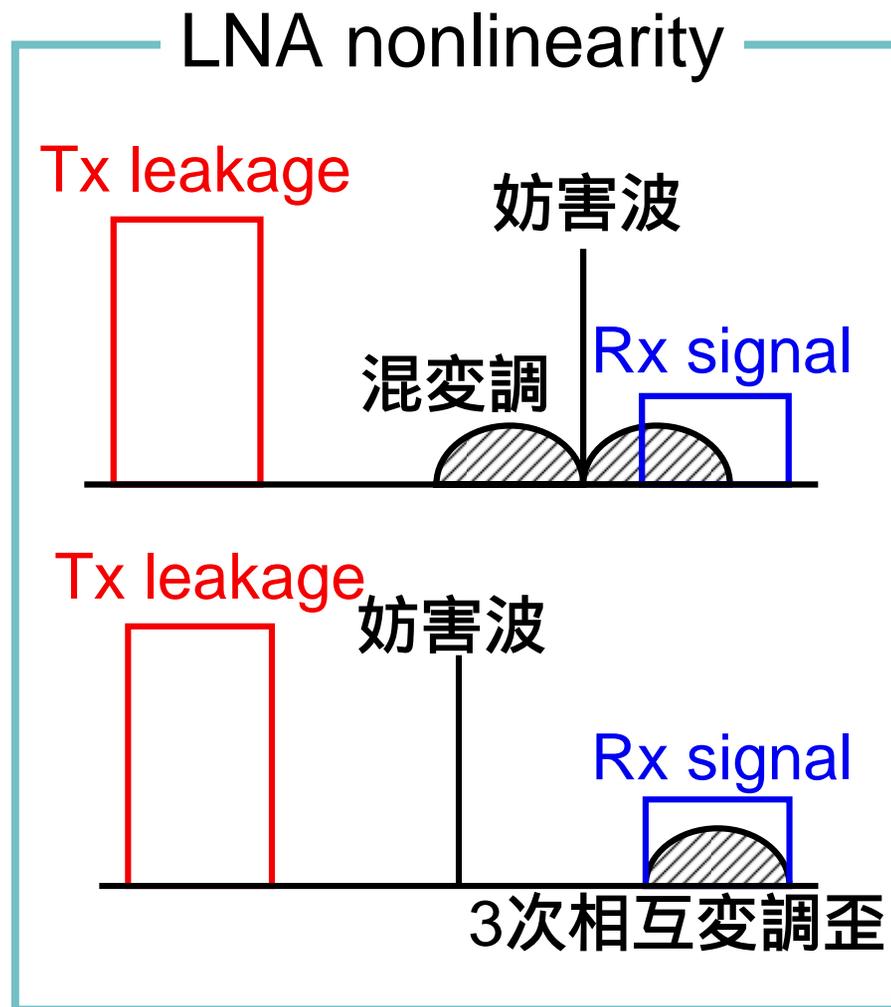
FDD (周波数分割複信)



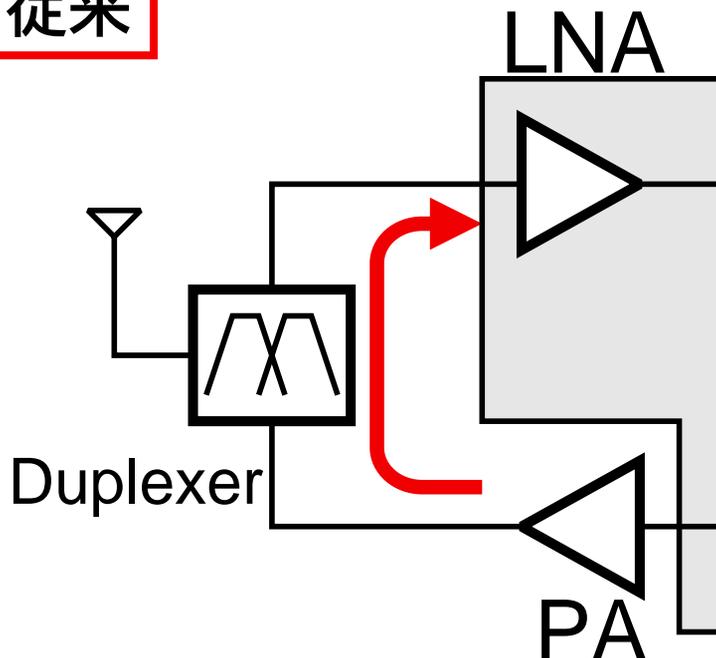
PAにより増幅された送信信号が、微弱な受信信号が入るLNA側に混入される現象



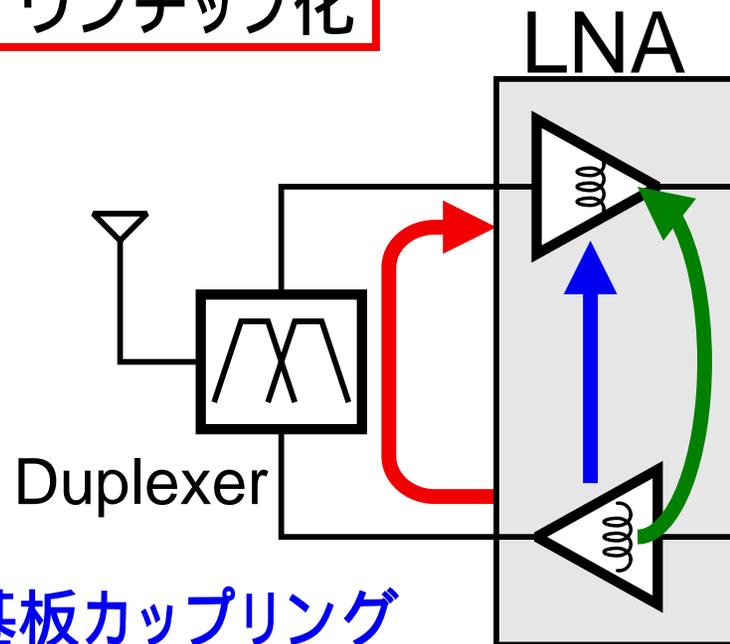
- 鈍感化による
ゲインの低下および
3次歪みを起こす



従来



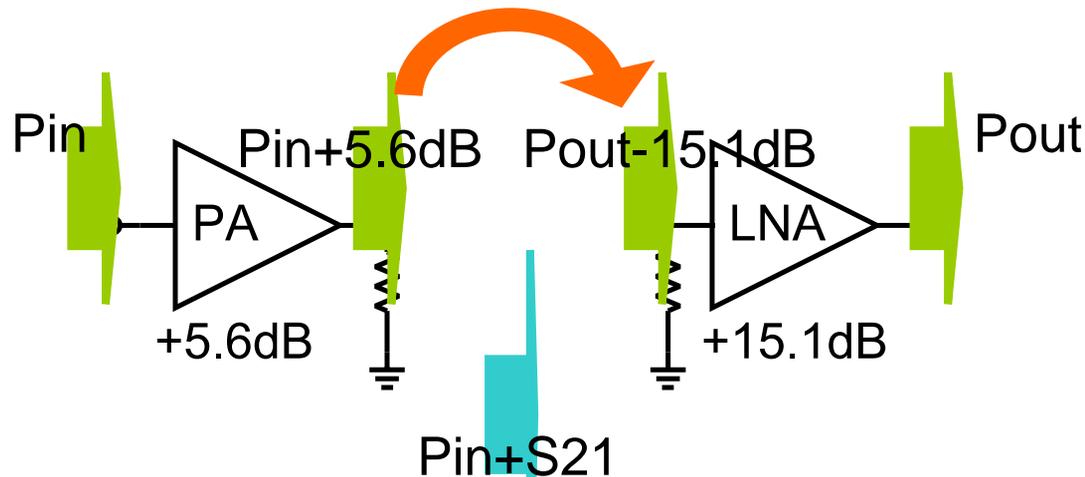
ワンチップ化



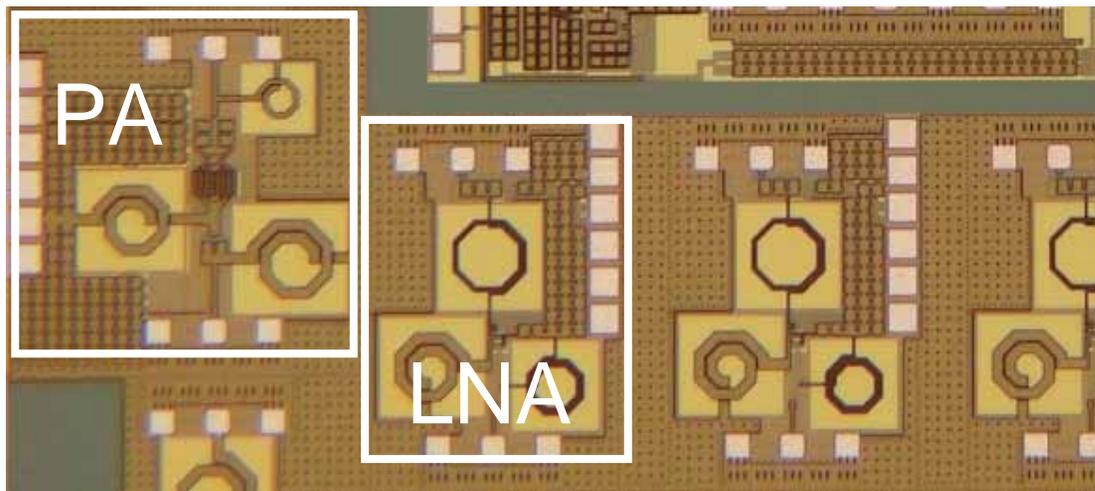
基板カップリング
インダクタカップリング
配線カップリング (Vdd , GND)

■ ワンチップ化で経路のTxリークが増加する傾向にある

- ✓ PAとLNAを同じ基板上に作製
- ✓ 基板ダイシング前後の測定比較
(基板カップリングの影響を考慮)
- ✓ 入力: PA, 出力: LNA
Isolation値 = S_{21} [dB] - 利得の和



$$\text{Isolation} = S_{21} - 20.7\text{dB}$$



PA

LNA

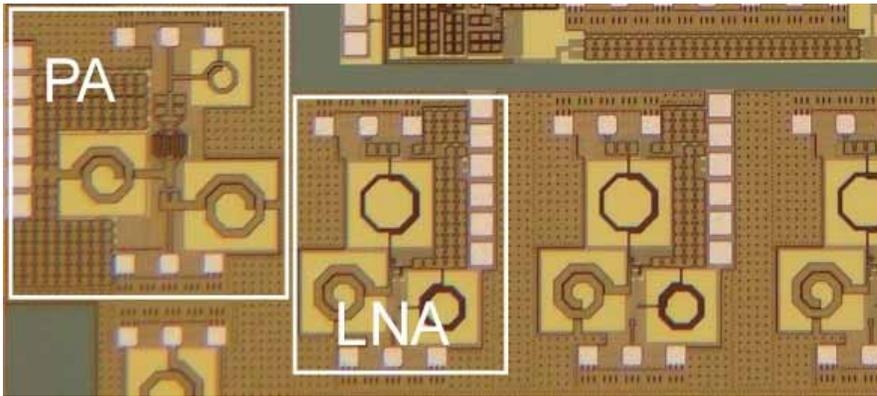
Frequency

5GHz

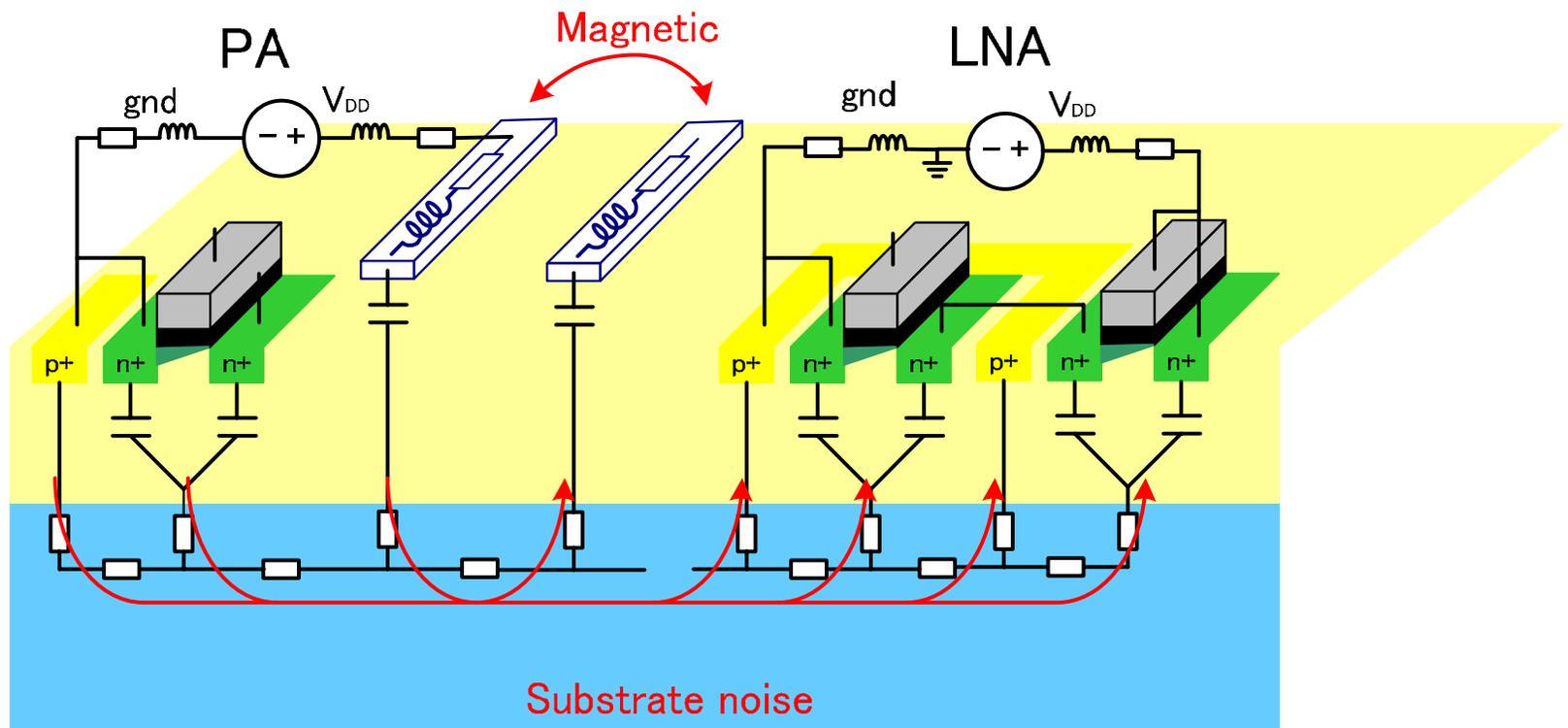
Gain

5.6dB

15.1dB

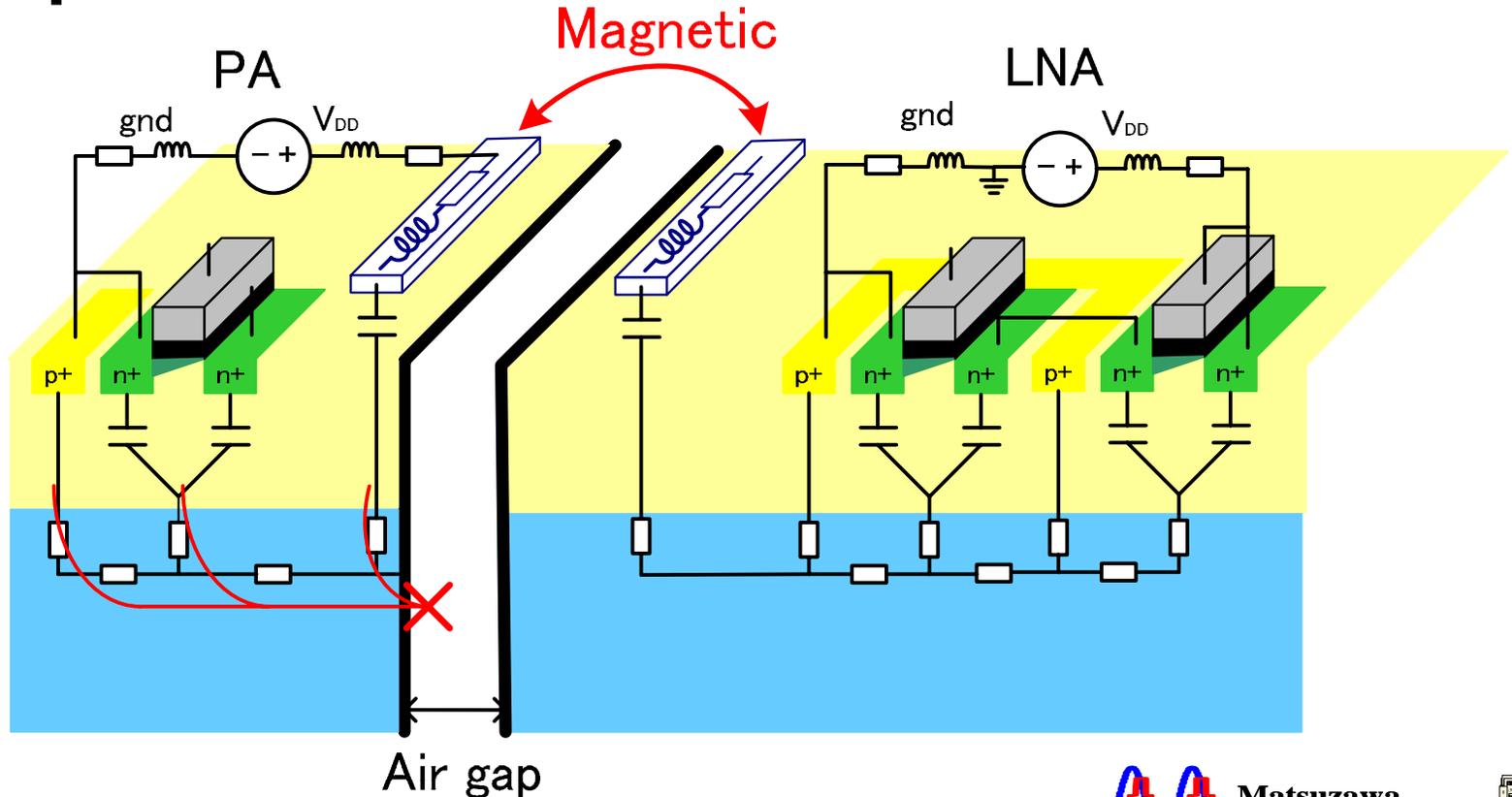


- 新たなTxリークの経路
: インダクタカップリング
基板カップリング



基板を切った後

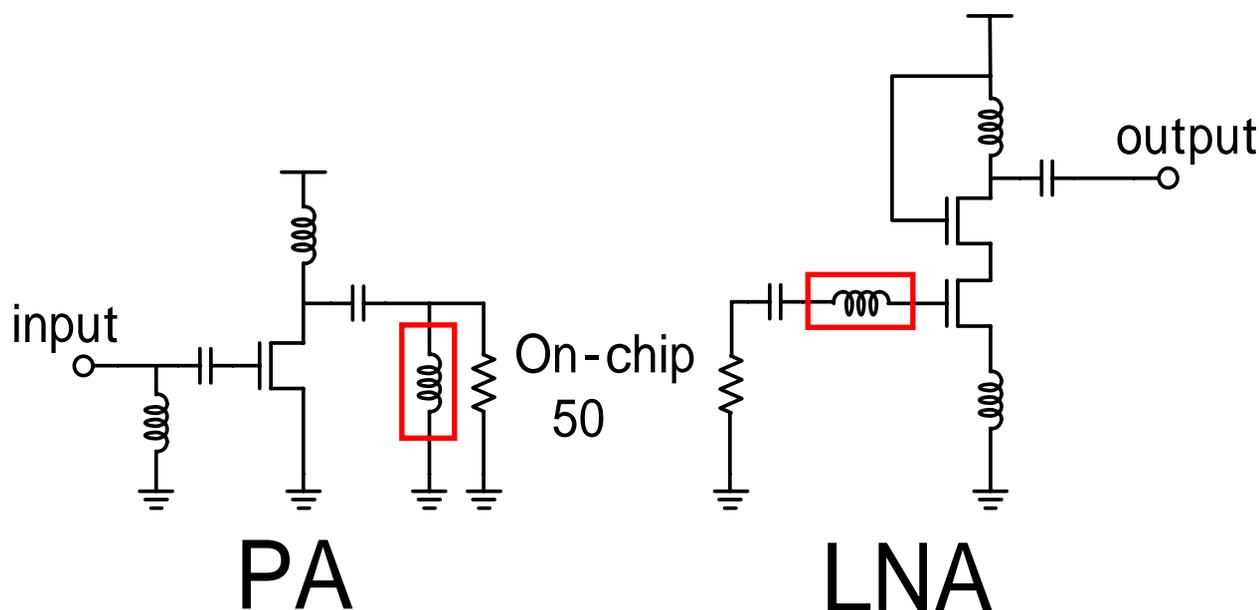
- インダクタカップリングの影響のみ残る

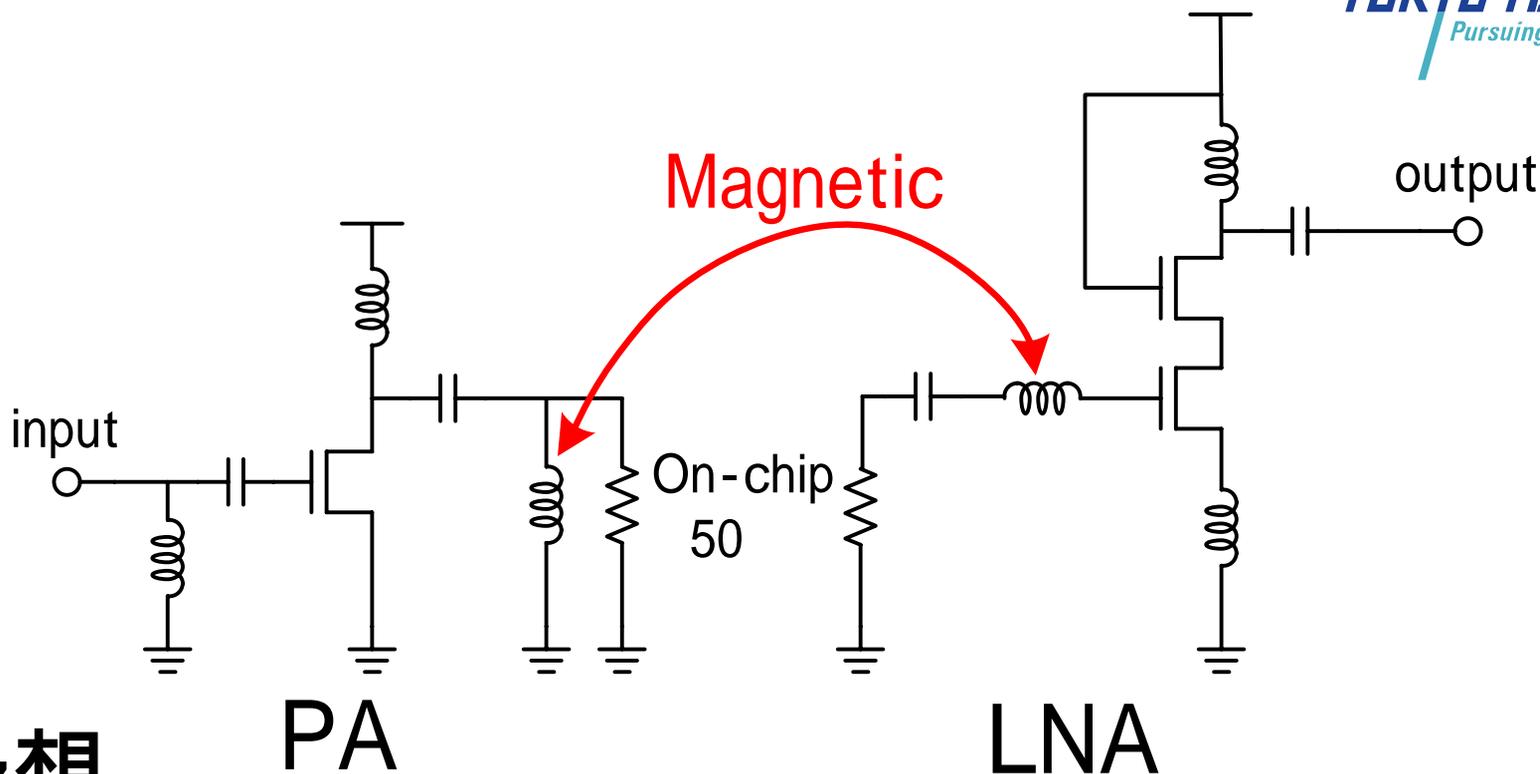


HFSS: インダクタの電磁界シミュレーション
(インダクタカップリングの影響)



goldengate: PA-LNA回路シミュレーション



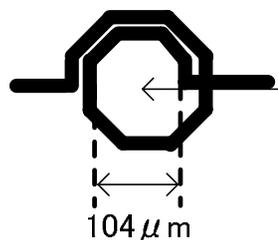


予想

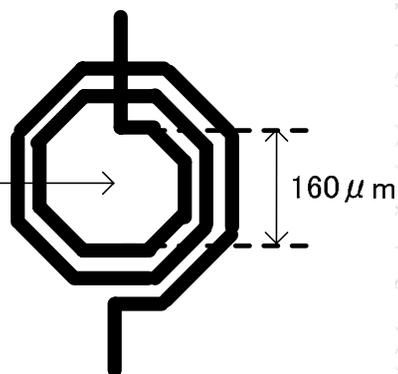
増幅した信号を送信するPAの出力側と信号が受信されるLNAの入力側のインダクタがTxリークに一番大きい影響を与える

インダクタカップリングの影響を考慮した 入出力特性が出力される。

PA出力側の
インダクタ



LNA入力側の
インダクタ



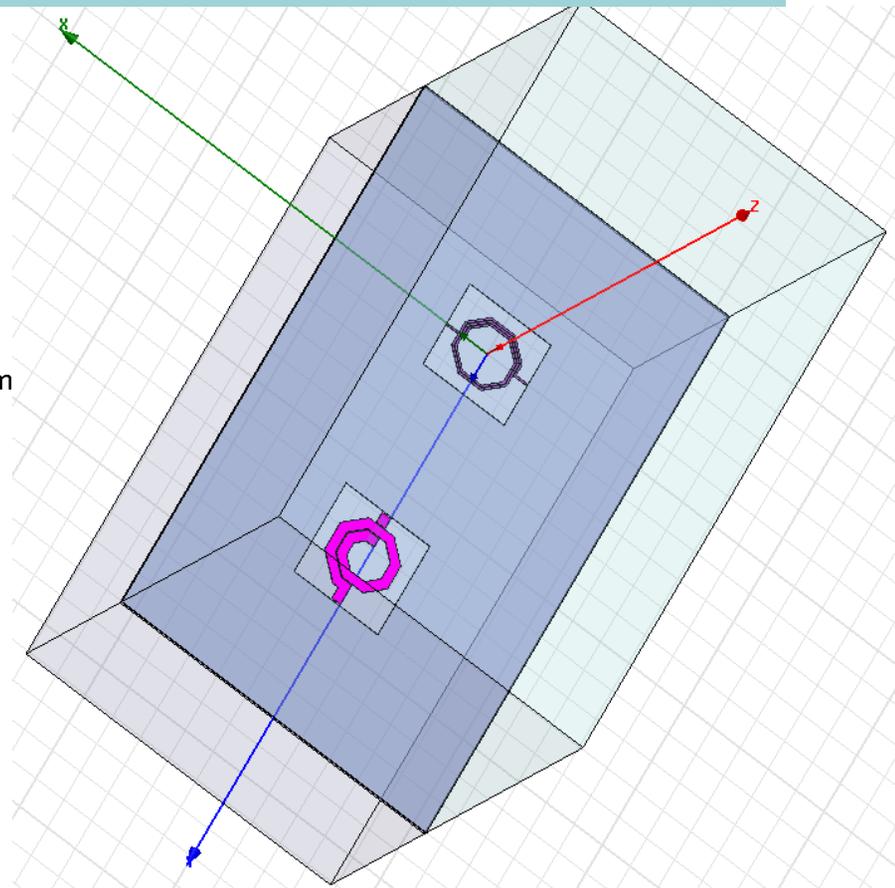
distance[mm]

距離

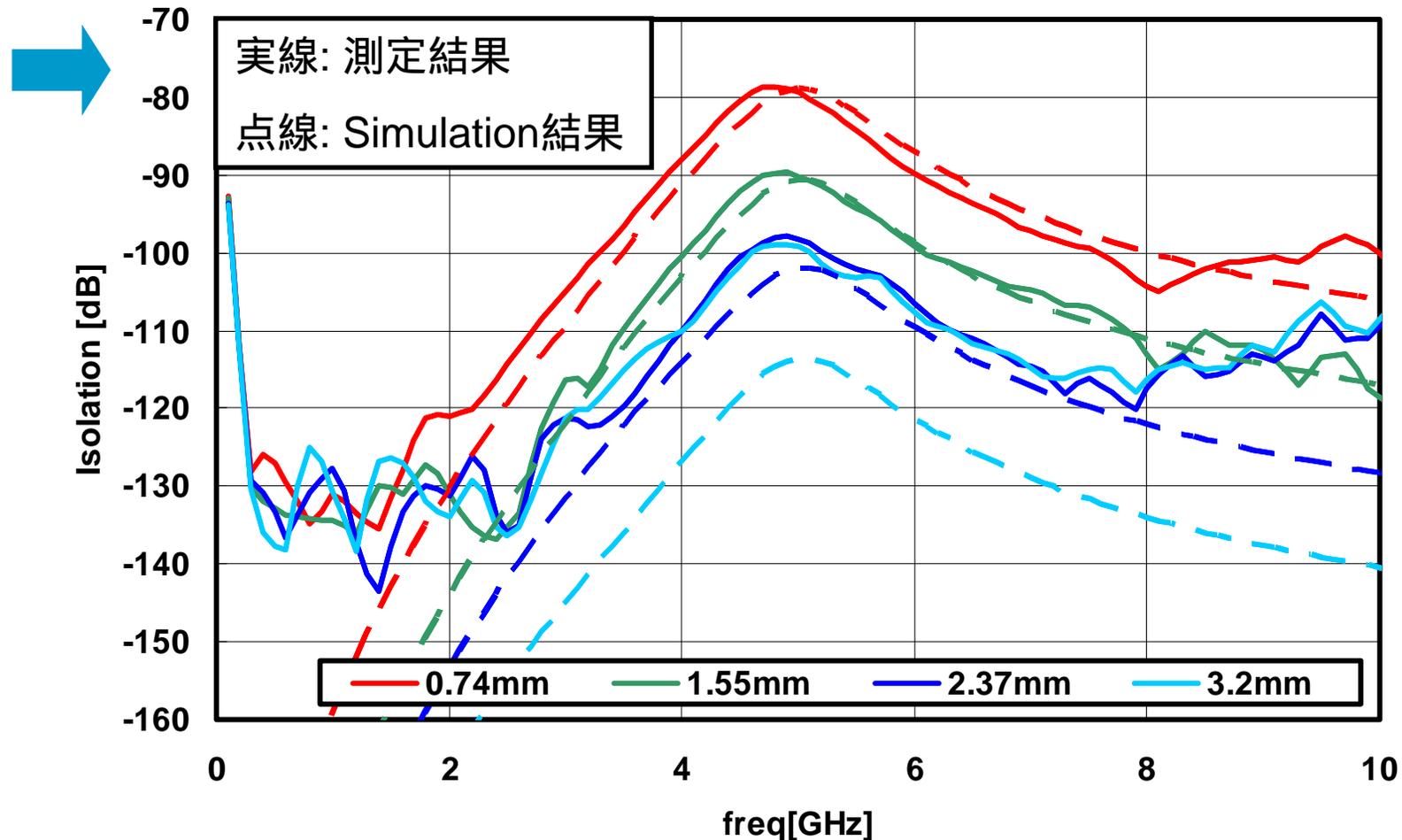
1.5 巻き
内径:
104 μm

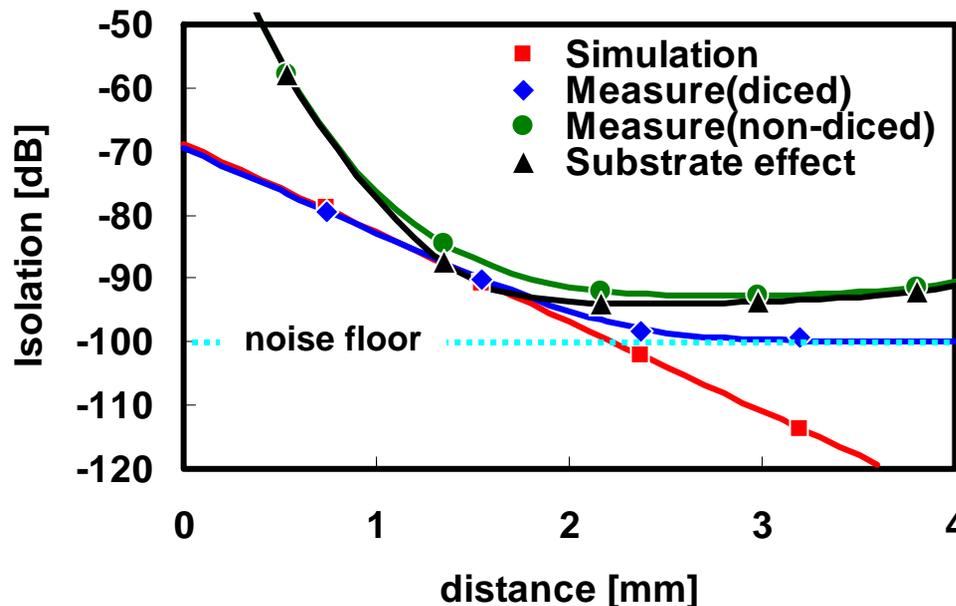
0.74mm
1.55mm
2.37mm
3.2mm

2.5 巻き
内径:
160 μm



インダクタカップリングの影響 (HFSS) PA-LNA回路シミュレーション (goldengate)





■ 近距離:

測定結果(diced) シミュレーション結果

■ 遠距離:

測定結果がノイズフロアによる影響を受けた

■ 基板カップリング インダクタカップリング

■まとめ

- 遠距離ではノイズフロアの影響により正確な測定が行われなかったが、近距離では測定値とシミュレーション値がほぼ一致する結果となった。
- Txリークに対して、基板カップリングは常にインダクタカップリングより大きい影響力を持つことが確認できた。

■ 参考資料

[1] 今西大輔, 金丸正樹, 岡田健一, 松澤昭, 「集積化無線送受信機におけるPA-LNA間アイソレーションの評価」, 電子情報通信学会総合大会, C-12-61, 2009年3月

■ 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』、半導体理工学研究センター、NEDO、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。