

Si CMOSプロセスを用いた リコンフィギュラブルRF回路設計の研究

東京工業大学 統合研究院 益研究室

背景

無線集積回路

Si CMOSの微細化 f_T, f_{max} の高周波化

➡ **On-chip RF 送受信機の実現**
製造ばらつき増大

システムの多機能化 複数の通信方式、通信周波数に対応

➡ **Multi-function 送受信機の要求向上**
設計が複雑化

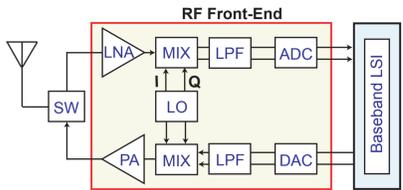
無線通信周波数帯域

- Mobile phone 900MHz, 1.5GHz, 2GHz
(+ 800MHz, 1.7GHz, 1.9GHz for the new system)
(+ 800MHz, 900MHz, 1.8GHz, 1.9GHz for GSM)
- WLAN 802.11b/g, Bluetooth 2.4GHz
- WLAN 802.11a/n 5GHz
- GPS 1.2GHz/1.5GHz
- DTV 470 MHz~770 MHz

無線回路の
マルチスタンダード
化が必須

目的

マルチスタンダード及び自己補償機能
を持つRF送受信機の実現



様々な無線通信規格
及び周波数に対応
できるRFフロントエンド
をSi CMOSプロセスで
実現

リコンフィギュラブルRF回路

提案概念

再構成可能なRF回路設計技術

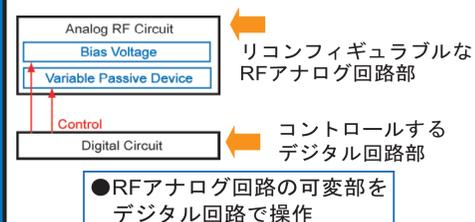
K. Okada, et al., in ASP-DAC, Jan. 2005, pp.683-686.

再構成可能なRF回路とは

Multi-function機能 ➡ 複数の通信方式、通信周波数に対応
一つの端末で複数の規格を網羅

Self-compensation機能 ➡ 設計誤差、製造ばらつき、温度補償
設計コストの削減

基本構成

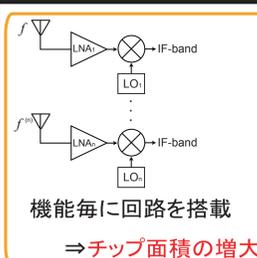


リコンフィギュラブルな
RFアナログ回路部

コントロールする
デジタル回路部

●RFアナログ回路の変変部を
デジタル回路で操作

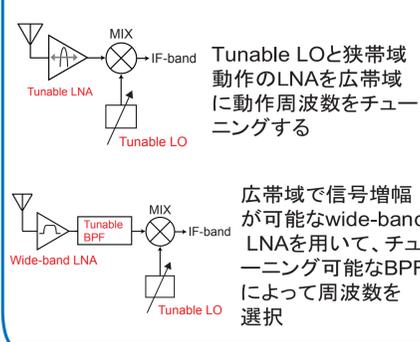
受信部回路アーキテクチャ



機能毎に回路を搭載
➡チップ面積の増大

提案アーキテクチャ

各回路ブロックをチューナブル化
➡ 広帯域動作RF回路に最適



Tunable LOと狭帯域
動作のLNAを広帯域
に動作周波数をチュー
ニングする

広帯域で信号増幅
が可能なwide-band
LNAを用いて、チュー
ニング可能なBPF
によって周波数を
選択

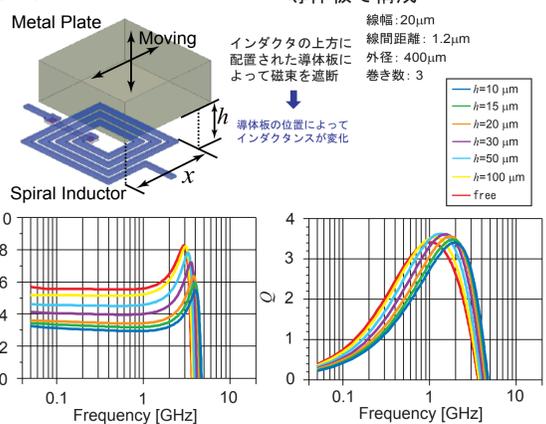
課題

- Tunable LO**
VCOでバラクタに加え他の可変素子を使用
分周器及びミキサを使用
チップ占有面積、消費電力大
- Tunable LNA, MIX**
入出力及び回路間整合をチューニング
高可変率を持つ受動素子が必要
- Tunable BPF**
高可変率を持つ受動素子が必要
- Wide-band LNA**
On-chip分布定数増幅器を使用
チップ占有面積、NF、消費電力大

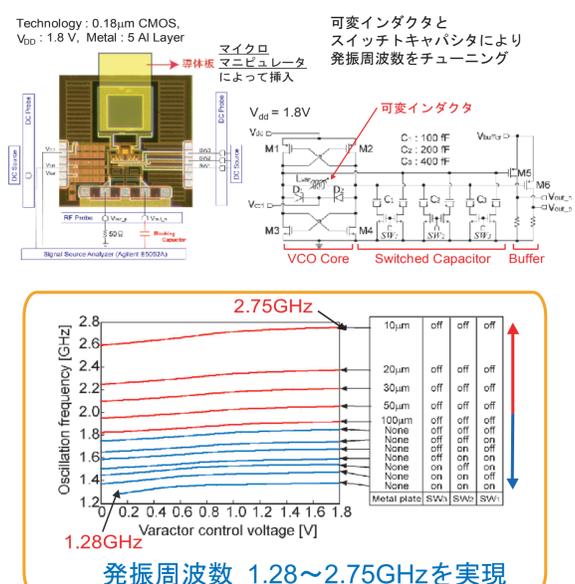
広帯域RF回路

可変インダクタ

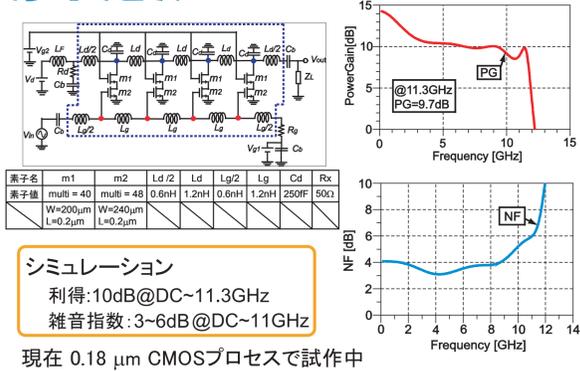
オンチップインダクタと
導体板で構成



VCO



分布定数アンプ



自己補償LNA

目的

動的再構成可能な
Low Noise Amplifier (LNA) の性能補償

劣化要因
設計誤差
製造ばらつき
温度

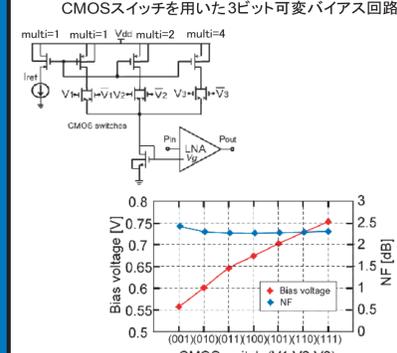
製造後に回路性能を再構成
➡ 設計マージンなしで性能補償が可能

動的再構成可能な
Low Noise Amplifier (LNA) の性能補償

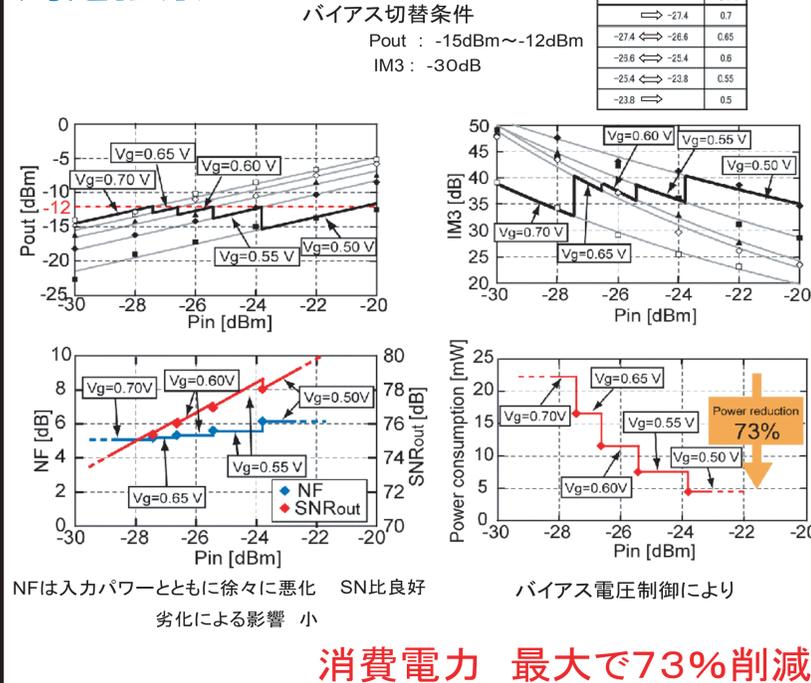
劣化要因
設計誤差
製造ばらつき
温度

製造後に回路性能を再構成
➡ 設計マージンなしで性能補償が可能

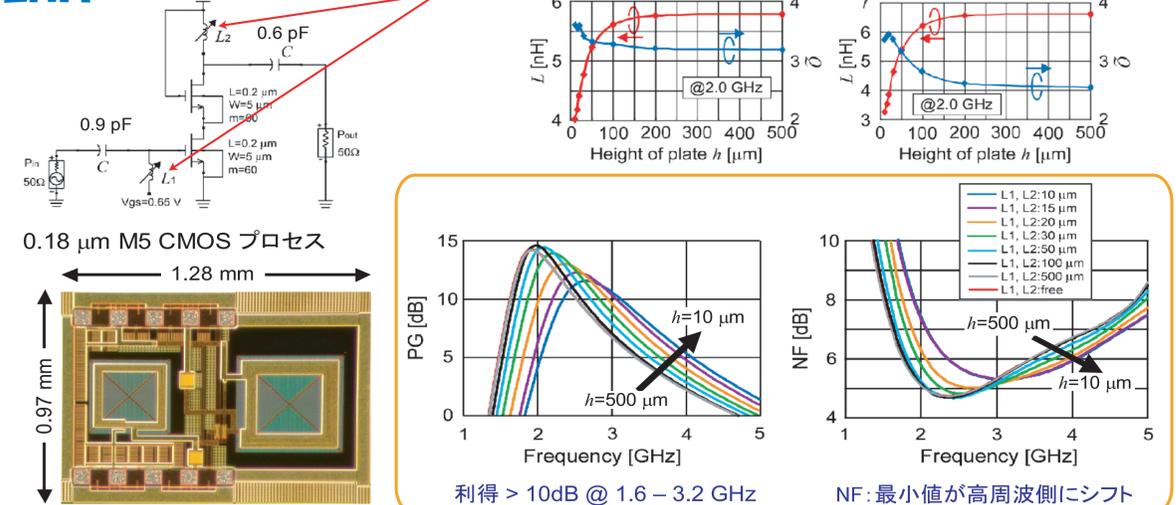
可変バイアス回路



測定結果



LNA



再構成可能RF回路技術の提案

Multi-function機能
可変インダクタによりVCOとLNAの広帯域動作を確認
1.5 GHz程度のチューニング幅を実現

Self-compensation機能
可変バイアス回路の制御によってLNAの高性能化を確認
出力パワーと歪みをバイアスで補償することで消費電力最大73%削減