

リコンフィギュラブルRF回路に向けた0.98-6.6GHz広帯域電圧制御発振器

岡田 健一, 伊藤 雄作, 川添 大輔, 伊藤 猛, 益 一哉 東京工業大学 統合研究院

背景

無線集積回路

- Si CMOSの微細化 f_r, f_{max} の高周波化
- On-chip RF 送受信機の実現
- 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

要求 → マルチバンド化
高スループット化

問題点

- 消費電力・チップ占有面積 → 増大
- バラツキ・設計コスト

リコンフィギュラブルRFフロントエンド

従来

提案

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

Multi-band Down converter

Proposed Tunable LNA

Tunable LOと狭帯域動作のLNAの動作周波数を広帯域にチューニングする

Wide-band LNA

広帯域で動作するLNAとTunable LOを用いて周波数を選択

機能毎に回路を搭載
⇒ チップ面積の増大

RF信号を直接ディジタル変換
⇒ 高速かつ広帯域のADCが必要

無線通信周波数帯域

- Mobile phone 800MHz, 1.5GHz, 1.9GHz, 2GHz (+ 700MHz, 900MHz, 1.7GHz for the new system)
- WLAN 802.11b/g, Bluetooth 2.4GHz
- WLAN 802.11a/n 4.9GHz~5.875GHz
- GPS 1.2GHz/1.5GHz
- DTV 470 MHz~770 MHz

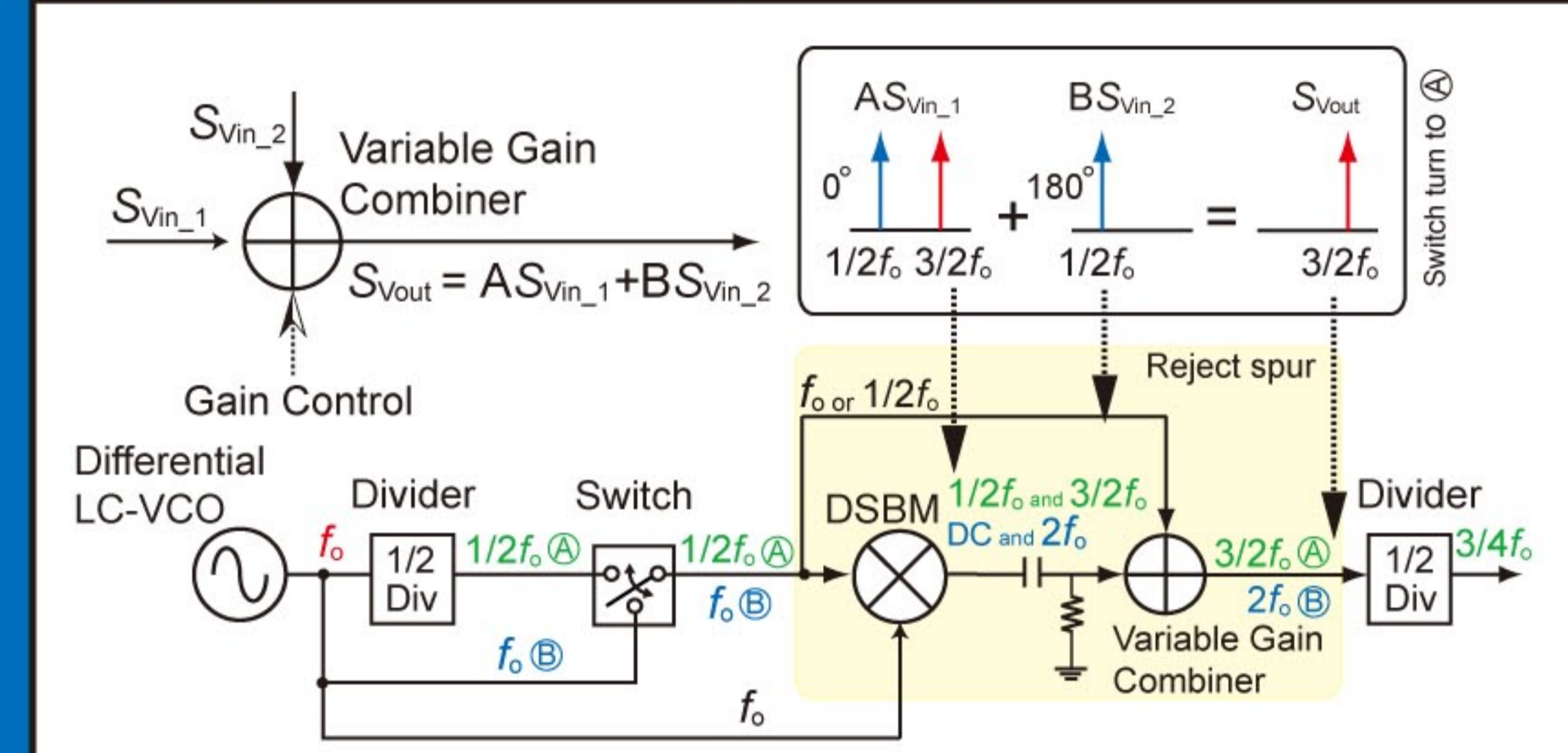
800MHz~6GHz

無線回路のマルチスタンダード化が必須

Reconfigurable RF Front-End

- 多チャンネル化 送受信信号の高スループット化
- マルチバンドMIMO 広帯域でのMIMO通信を実現
- コグニティブ無線 未使用回路で信号をセンシング

提案アーキテクチャ



- 2-3GHzの可変範囲から1-6GHzの信号を生成
- LC-VCOによる低雑音特性
- 小面積・低消費電力

複数の通信方式、通信周波数に対応

要素回路

Voltage controlled oscillator (LC-VCO)

1.96~3.32GHz

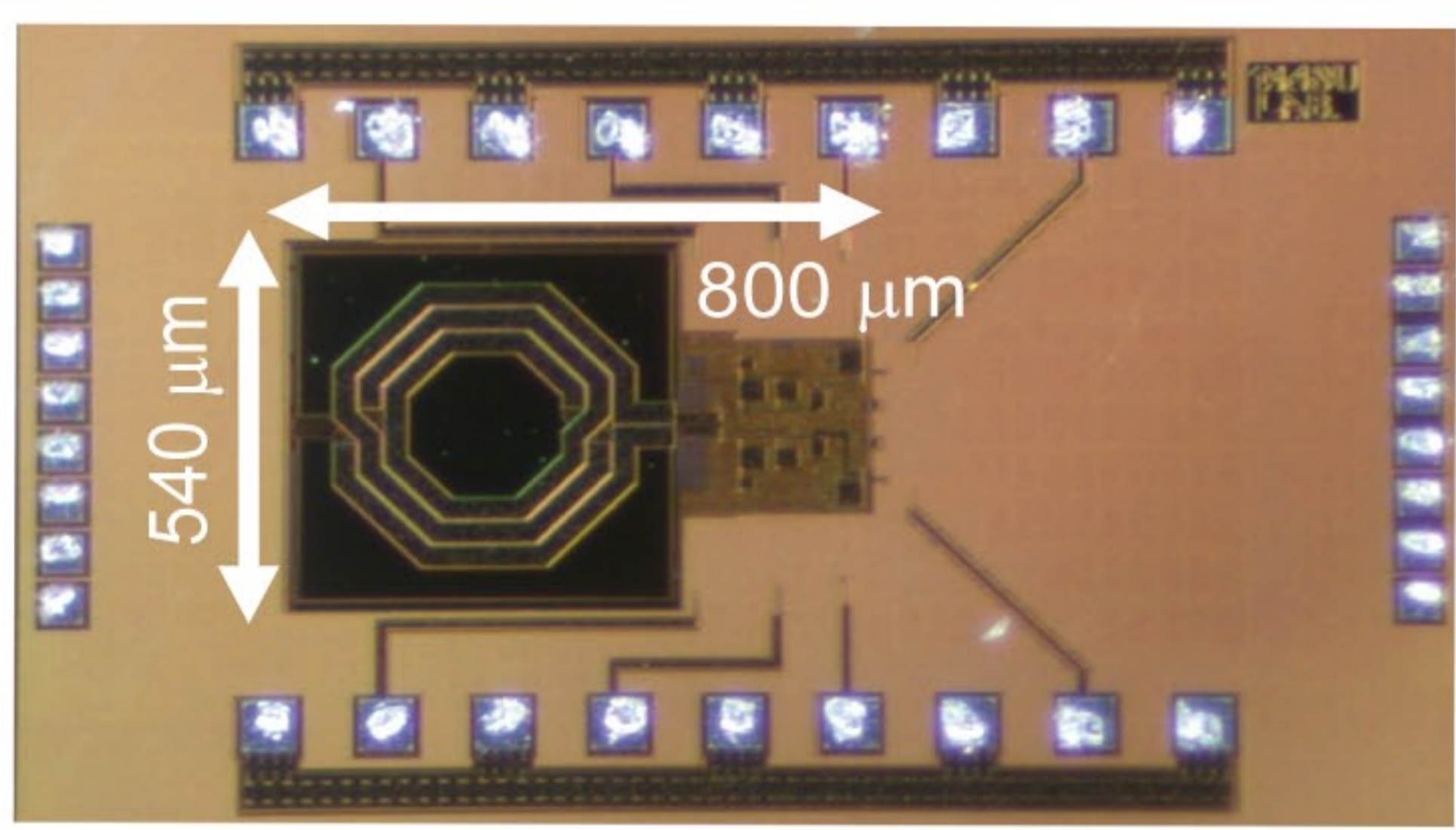
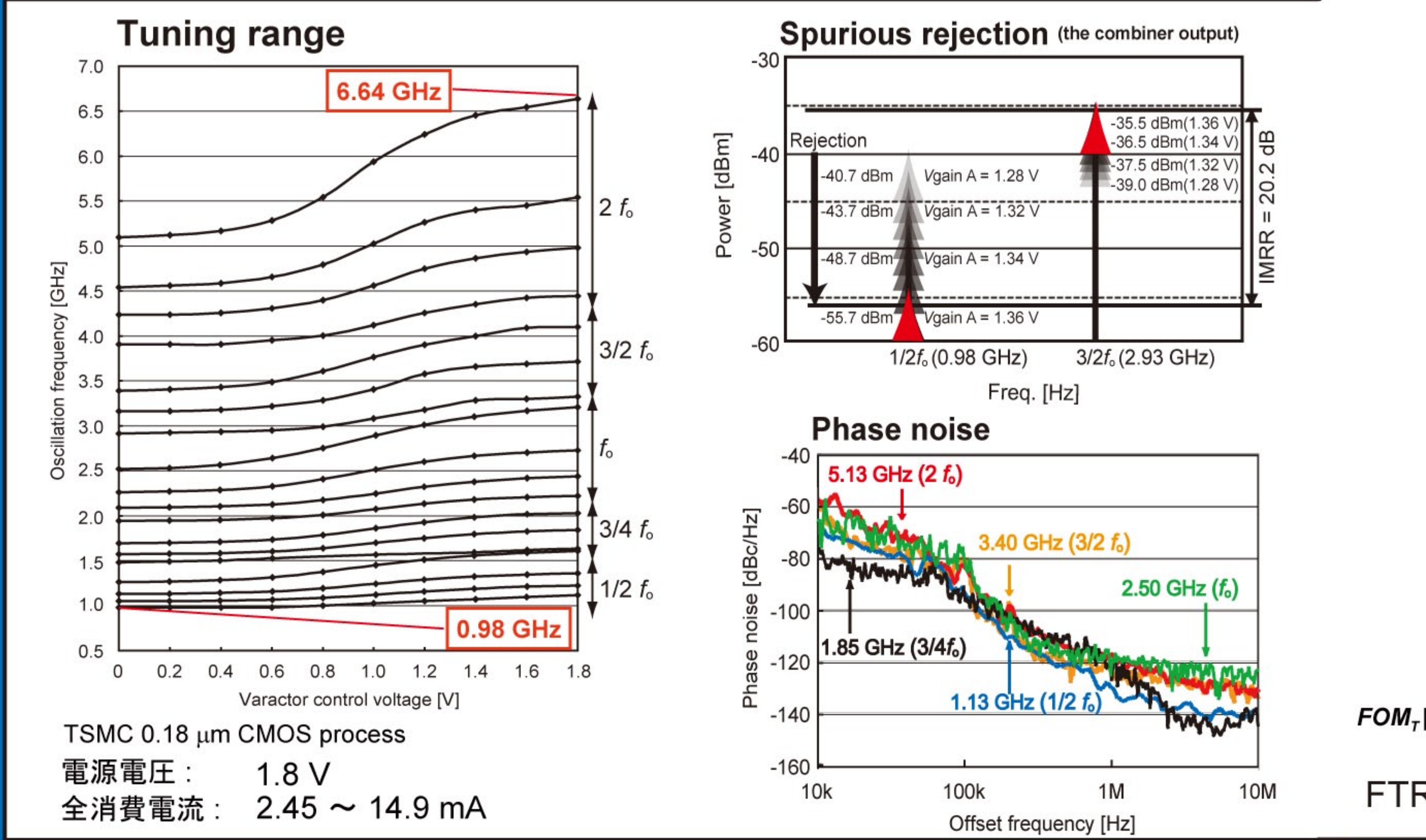
$L=3.6nH, Q=13@2.5GHz$
 $C1=660fF, C2=1200fF$

Double side-band mixer

Frequency Divider

Variable gain combiner

測定結果

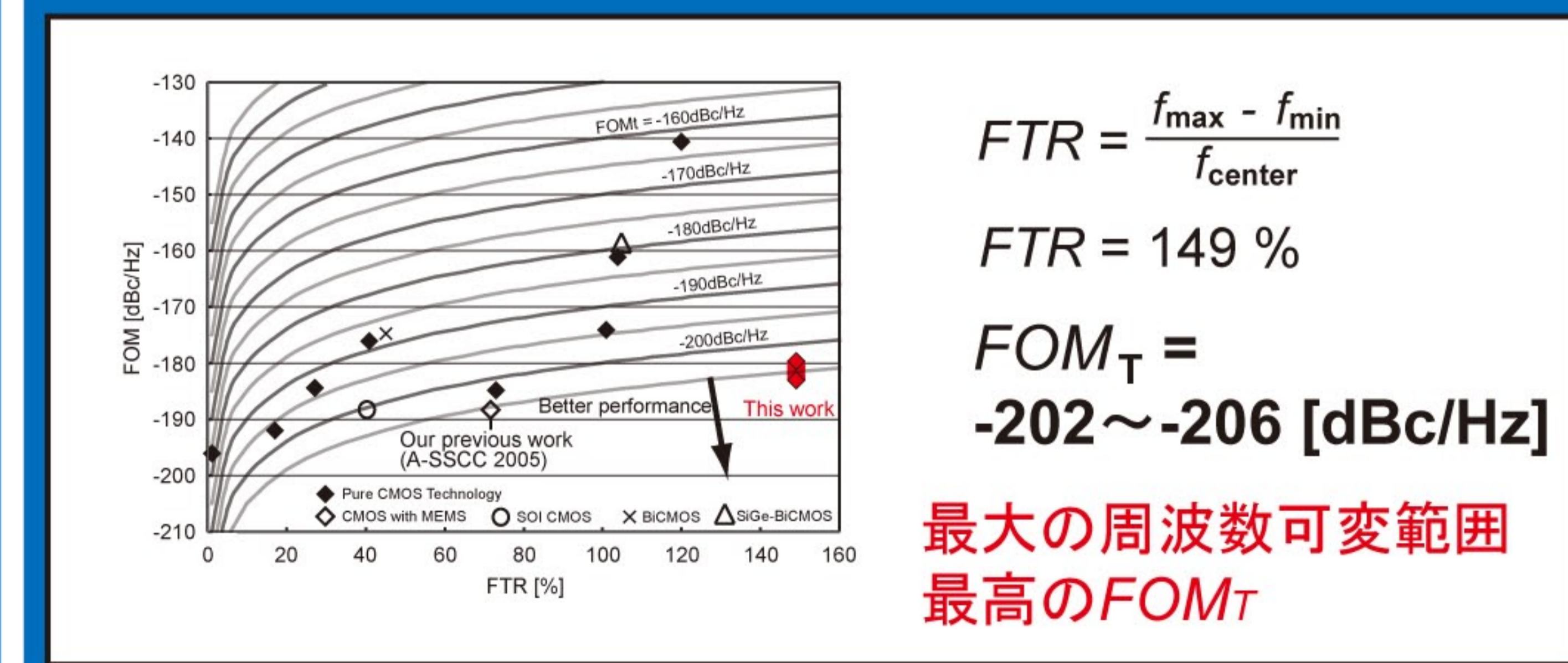


発振周波数 [GHz]	位相雑音 @ 1 MHz offset [dBc/Hz]	消費電流 [mA]	FoM [dBc/Hz]	FoM _T [dBc/Hz]
5.12 (2 f ₀)	-117	8.69	-179	-203
3.40 (3/2 f ₀)	-122	12.0	-179	-203
2.50 (f ₀)	-125	5.95	-183	-206
1.85 (3/4 f ₀)	-128	13.6	-180	-203
1.13 (1/2 f ₀)	-130	9.36	-179	-202

$$FOM_T [dBc/Hz] = L\{f_{offset}\} - 20 \log \left(\frac{f_0}{f_{offset}} \cdot \frac{FTR}{10} \right) + 10 \log \left(\frac{P_{DC}}{1mW} \right) = FOM - 20 \log \left(\frac{FTR}{10} \right)$$

FTR: frequency tuning range

従来回路との比較



まとめ

マルチバンド・マルチモード無線機の実現に向けて、0.98GHz~6.64GHzの周波数範囲で信号発生が可能な電圧制御発振器を実現した。