

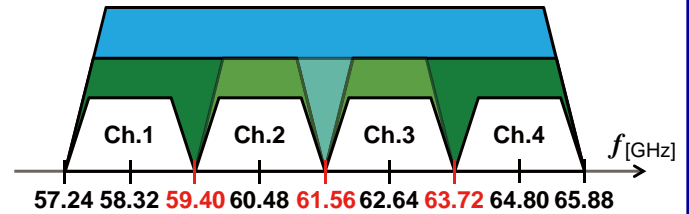
20Gb/s 60GHz帯CMOS ダイレクトコンバージョン型送受信機

東京工業大学 大学院理工学研究科 松澤・岡田研究室
河合 誠太郎, 近藤 智史, 南 亮, 津久井 裕基, 竹内 康揚, 浅田 大樹, Ahmed Musa,
村上 壘, 佐藤 高洋, 卜慶紅, 李 寧, 宮原 正也, 岡田 健一, 松澤 昭

1. 研究背景

・60GHz帯無線通信

- 周波数 : 2.4GHz vs 60GHz (**x25**)
- 帯域 : 20MHz vs 2.16GHz (**x108**)
- 速度 : 54Mbps vs 7.04Gbps (**x111**)
- 広帯域化により、さらに高速な無線通信が可能

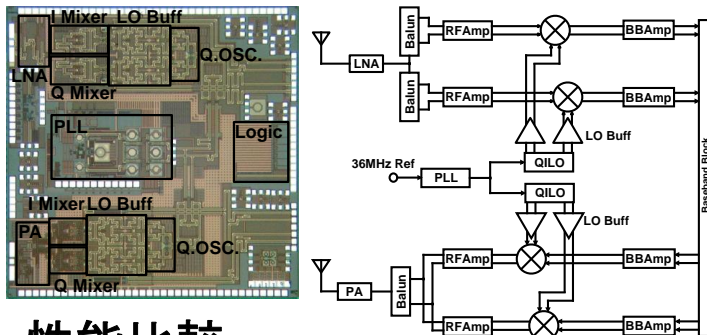


・現在の課題

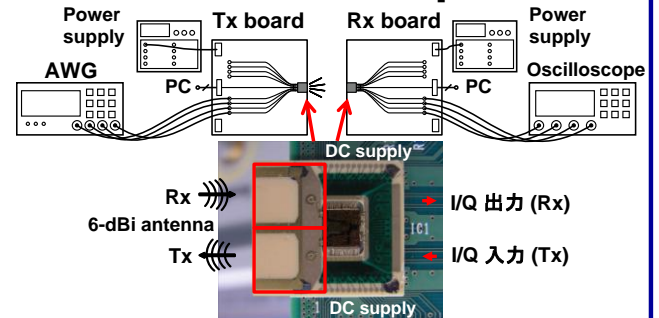
- しきい値ばらつきにより、I/Qの振幅誤差・位相誤差が発生する
→無線通信が貫通しない原因となる

2. 結論

・60GHz帯送受信機



・Measurement setup

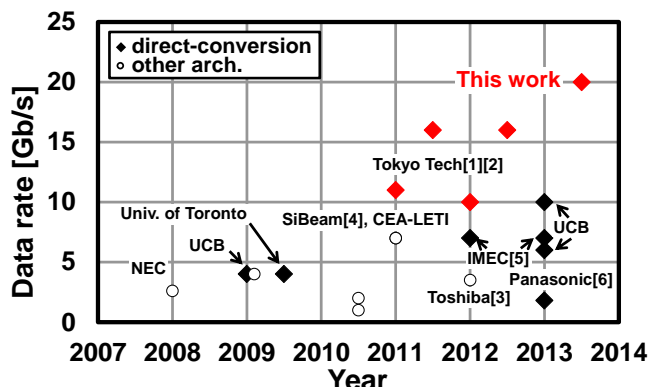


・性能比較

	RF data rate (modulation)	EVM (channels)	Digital cal.	Power consumption
Tokyo Tech[1]	11Gbps (16QAM) 16Gbps (16QAM)[6]	EVM < -17dB (Ch. 1-2)	N/A	252mW (Tx) 172mW (Rx)
Tokyo Tech[2]	11 Gbps (16QAM)	EVM < -23dB (Ch. 1-4)	N/A	319mW (Tx) 223mW (Rx)
Toshiba[3]	2.62 Gbps (QPSK)	N/A (Ch. 2 only)	N/A	160mW (Tx mode) 233mW (Rx mode)
SiBeam[4]	7.14 Gbps (16QAM)	EVM < -19dB (Ch. 2-3)	N/A	1820mW (Tx) 1250mW (Rx)
IMEC[5]	7 Gbps(16QAM)	EVM < -17dB (Ch. 1-4)	N/A	167mW (Tx) 112mW (Rx)
Panasonic[6]	1.8 Gbps(π/2-QPSK)	EVM < -22dB (Ch. N/A)	Yes	347+441mW(TxRF+TxBB) 274+710mW(RxRF+RxBB)
This work	20 Gbps (16QAM)	EVM < -25dB (Ch. 1-4)	Yes	351mW (Tx) 238mW (Rx)

・16QAM貫通測定

Channel	Ch.1	Ch.2	Ch.3	Ch.4	Max rate (Ch.2)
Constellation					
Spectrum					
Date rate	7.0Gb/s	7.0Gb/s	7.0Gb/s	7.0Gb/s	20.0Gb/s
SNR	23.7 dB	22.6 dB	22.5 dB	20.7 dB	17.6 dB
EVM	-26.2 dB	-25.2 dB	-25.2 dB	-23.4 dB	-20.2 dB



結論

- 60GHz帯無線機の**広帯域化**を実現
- **世界最速の20Gbps**を達成

[1] K. Okada, et al., ISSCC2011, pp. 160-161
[2] K. Okada, et al., ISSCC2012, pp. 218-219
[3] T. Mitomo, et al., ISSCC2012, pp. 266-267
[4] S. Emami, et al., ISSCC2011, pp. 164-165
[5] V. Vidojkovic, et al., ISSCC2012, pp. 268-269
[6] T. Tsukizawa, et al., ISSCC2013, pp. 230-231

3. 従来キャリアブレージョンの問題点

①アナログベースバンドを利用

- ⊖広帯域なので振幅誤差と位相誤差の切り分けが難しい→高精度化が困難
- ⊖Tx側にBB VGAを追加する必要あり→面積と消費電力が増加

②デジタルベースバンドを利用

- ⊕振幅誤差と位相誤差の切り分けが可能
- ⊖精度はADCのbit数に依存→高精度なものにする場合消費電力が増加

③RF側を利用

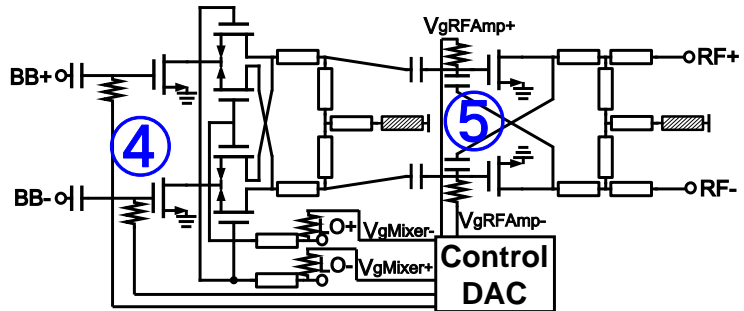
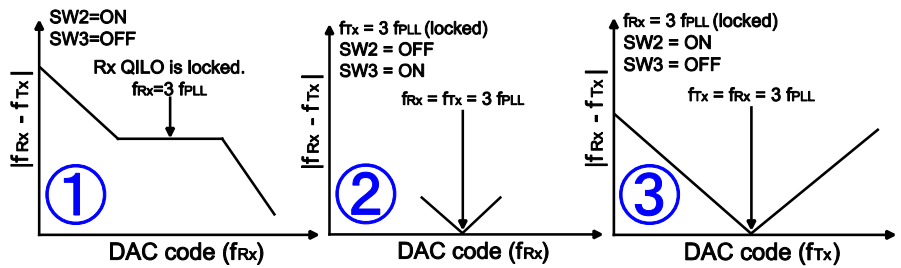
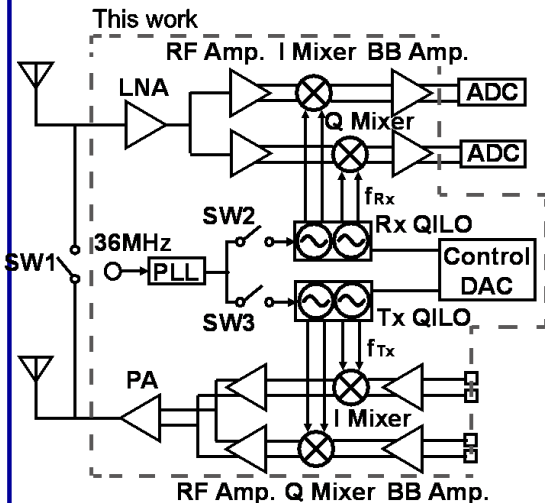
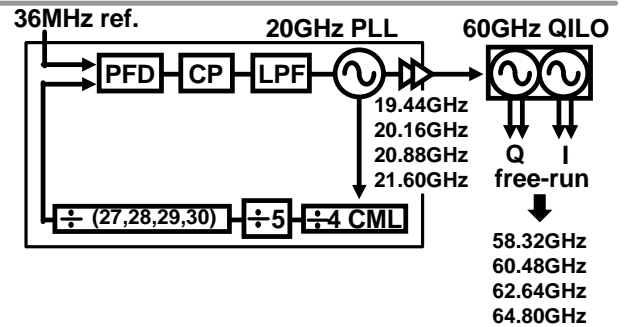
- ⊖RF VGAのみでは振幅誤差と位相誤差の切り分けが難しい
- ⊖切り分ける場合発振器出力側に追加のPhase shifterが必要→高精度化難しく、面積増大

4. 提案するループバックキャリアブレージョン

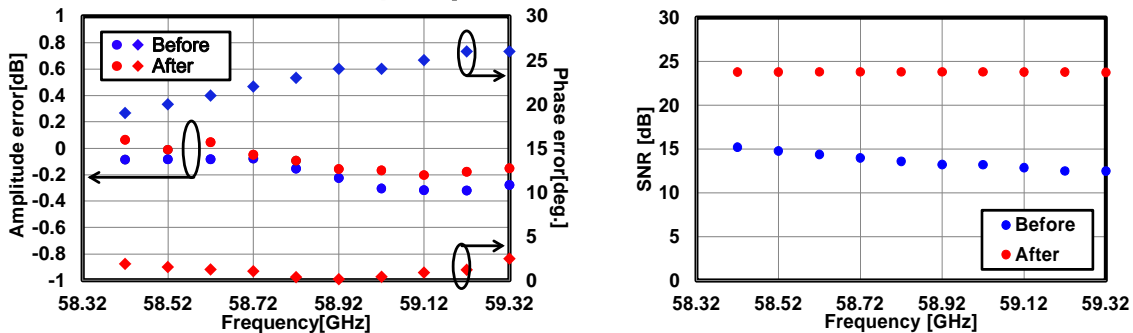
・QILOによる位相補正

- free-run周波数をキャリア周波数からずらすことで、**位相差のみ**を生じさせることが可能

・キャリアブレージョン手順



・キャリアブレージョン結果



提案手法によりEVMを**10dB以上**改善

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』、総務省SCOPE、科学研究費補助金、半導体理工学研究センター、キャノン財団、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。