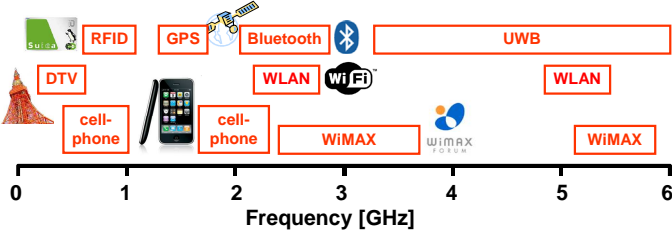


# ソフトウェア無線へ向けた CMOSマルチバンド電圧制御発振器の研究

東京工業大学 大学院理工学研究科 松澤・岡田研究室

## 1. 研究背景



無線通信方式の多様化(周波数、変調方式...)

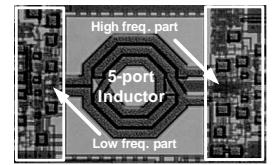
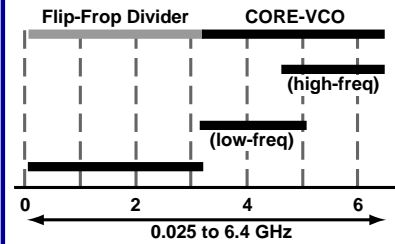
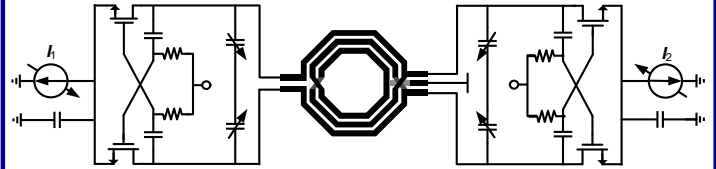
無線通信方式ごとにハードウェアを搭載  
→コスト、チップ面積の増加

一つのRFICで複数の無線通信方式に対応できる  
ソフトウェア無線の実現が求められる

本研究ではソフトウェア無線の実現に不可欠な広い周波数帯に対応したRFフロントエンドの実現をめざし、マルチバンド電圧制御発振器の研究を行った

## 2. 5端子インダクタを使用したVCO

5端子インダクタを使用して高周波数、低周波数の2種類の出力を切り替え可能とすることにより広帯域VCOを実現



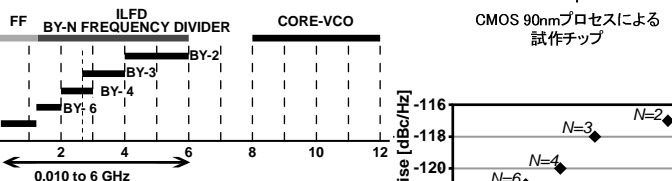
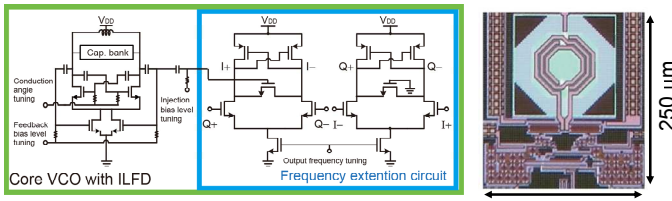
CMOS 180nmプロセスによる試作チップ

測定結果のまとめ

Output freq.	0.025~6.4 GHz
Power cons.	7.1~16.3 mW
FoM <sub>T</sub>	-209 dBc/Hz
Area	0.36 mm <sup>2</sup>

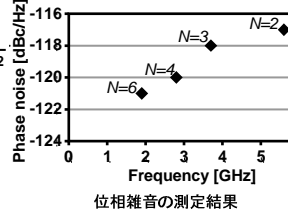
## 3. ILFDを使用したVCO(1)

整数分周を行う注入同期型周波数分周器(ILFD)を使用することで低位相雑音かつ広帯域なVCOを実現



測定結果のまとめ

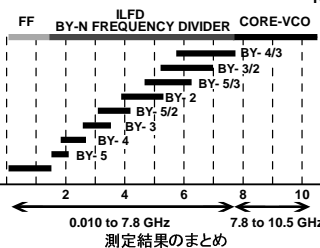
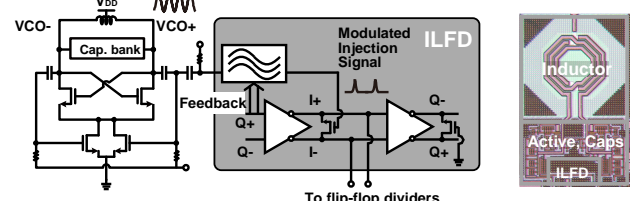
Output freq.	0.009~5.7 GHz
Power cons.	5.9~11.2 mW
FoM <sub>T</sub>	-210 dBc/Hz
Area	0.05 mm <sup>2</sup>



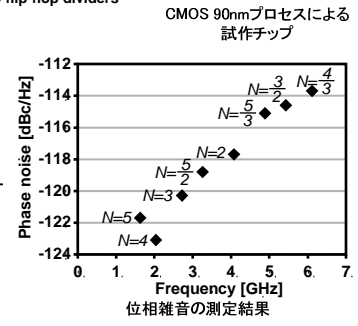
位相雑音の測定結果

## 4. ILFDを使用したVCO(2)

注入同期型周波数分周器へのゲーティング回路の追加で分数分周動作を可能とし、VCOの更なる広帯域化を実現



Output freq.	0.011~7.0GHz
Power cons.	9.6~15.6mW
FoM <sub>T</sub>	-204dBc/Hz
Area	0.05 mm <sup>2</sup>



位相雑音の測定結果

## 5. 他研究との比較

$$*1 \text{ FTR} = (f_{\text{max}} - f_{\text{min}}) / \frac{f_{\text{min}} + f_{\text{max}}}{2}$$

$$*2 \text{ FoM}_T = \epsilon (f_{\text{min}}) - 20 \log_{10} \left( \frac{f_{\text{min}}}{10} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{P_{\text{out}}}{1 \mu\text{W}} \right)$$

	プロセス	面積 [mm <sup>2</sup> ]	位相雑音[dBc/Hz]@1MHz offset	消費電力 [mW]	周波数範囲 [GHz]	FTR [%] *1	FoM <sub>T</sub> [dBc/Hz] *2
本研究(2.)	CMOS 180nm	0.36	-120 @ 4.4GHz	7.1~16.3	0.025~6.4	199	-209
本研究(3.)	CMOS 90nm	0.05	-121 @ 1.9GHz	5.9~11.2	0.009~5.7	199	-210
本研究(4.)	CMOS 90nm	0.05	-123 @ 2.0GHz	9.6~15.6	0.011~7.0	199	-204
[1]	CMOS 180nm	1.7	-127 @ 1.8GHz	2.6~10	1.14~2.46	73	-202
[2]	CMOS 130nm	0.30	-117 @ 4.5GHz	6.5	1.3~6.0	128	-203
[3]	CMOS 180nm	0.65	-119 @ 4.6GHz	1.0~8.0	3.4~7.0	69	-201
[4]	CMOS 45nm	0.22	-125 @ 5.1GHz	9.9~19.8	0.1~5.0	192	-209

[1] A.D.Benny, A.M.Niknejad, and R.G.Meyer, "A 1.8GHz LC VCO with 1.3GHz tuning range and digital amplitude calibration," *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol. 40, no. 4, pp. 909-917, Apr. 2005.  
 [2] Z.Safarian and H.Hashemi, "A 1.3-6GHz triple-mode CMOS VCO using coupled inductors," in *Proceedings of IEEE International Custom Integrated Circuits Conference*, Sep. 2006, pp. 69-72.  
 [3] A.Bevillacqua, A.P.Pavan, C.Sandner, A.Gerosa, and A.Neviani, "A 3.4-7GHz transformer-based dual-mode wideband VCO," in *Proceedings of IEEE European Solid-State Circuits Conference*, Sep. 2006, pp. 440-443.  
 [4] P.Nuzzo, K.Vengattaraman, M.Ingels, V.Giannini, M.Steyaert, and J.Granick, "A 0.1-5GHz Dual-VCO Software Defined Frequency Synthesizer in 45nm Digital CMOS," in *IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium*, Jun. 2009, pp. 321-324.