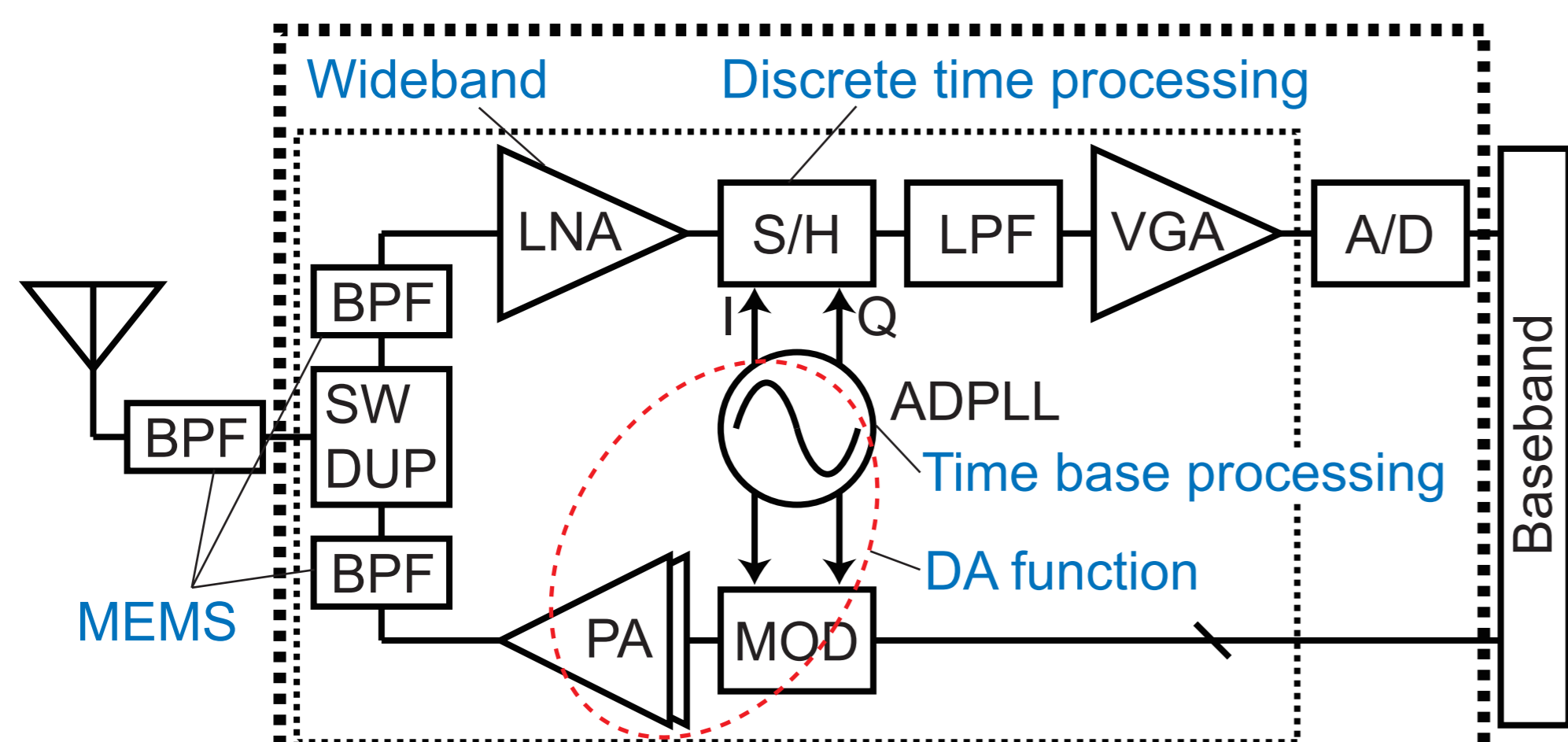


# 高性能インダクタの開発とRF CMOSへの応用

水落 裕, 大橋 一磨, 福田 聡, 小林 由佳, 佐渡島 進,  
伊藤 浩之, 天川 修平, 石原 昇, 益 一哉 (東工大)

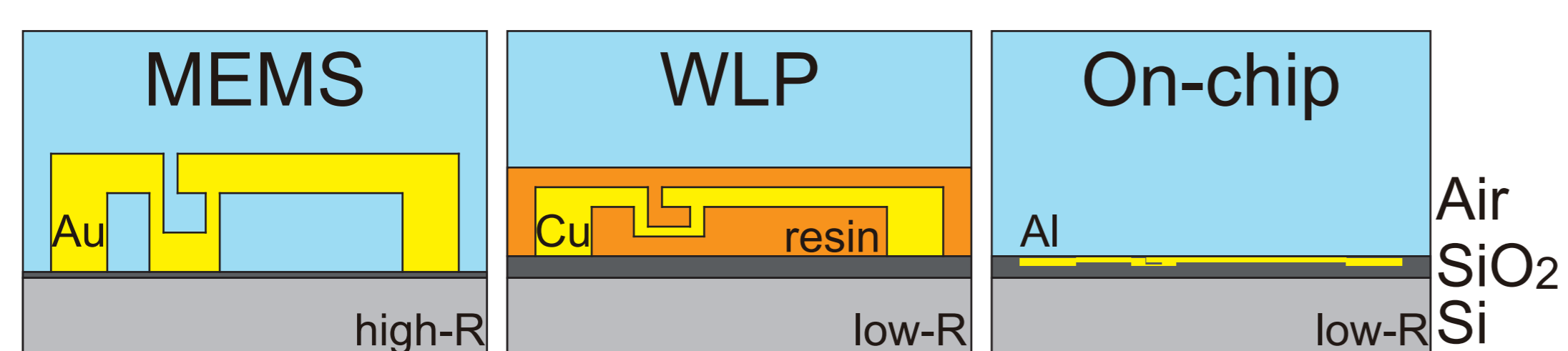
## 背景

### RFフロントエンド



- 広帯域化 / マルチバンド化
- 高性能化と回路面積 / コストの削減

## インダクタの種類



### MEMS インダクタ

(Micro Electro Mechanical Systems)

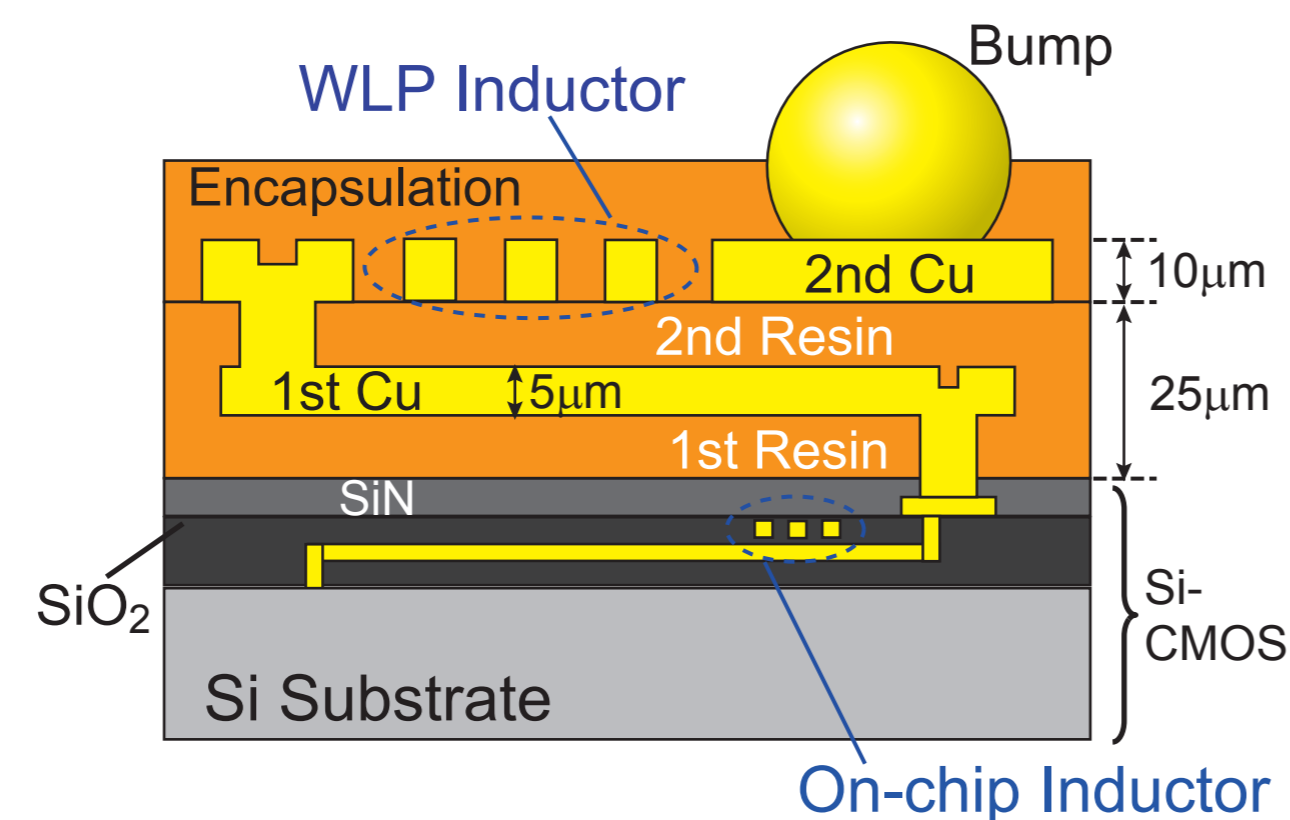
- 中空構造
- 高抵抗基板に作製可能
- 可動構造により可変

### WLP インダクタ

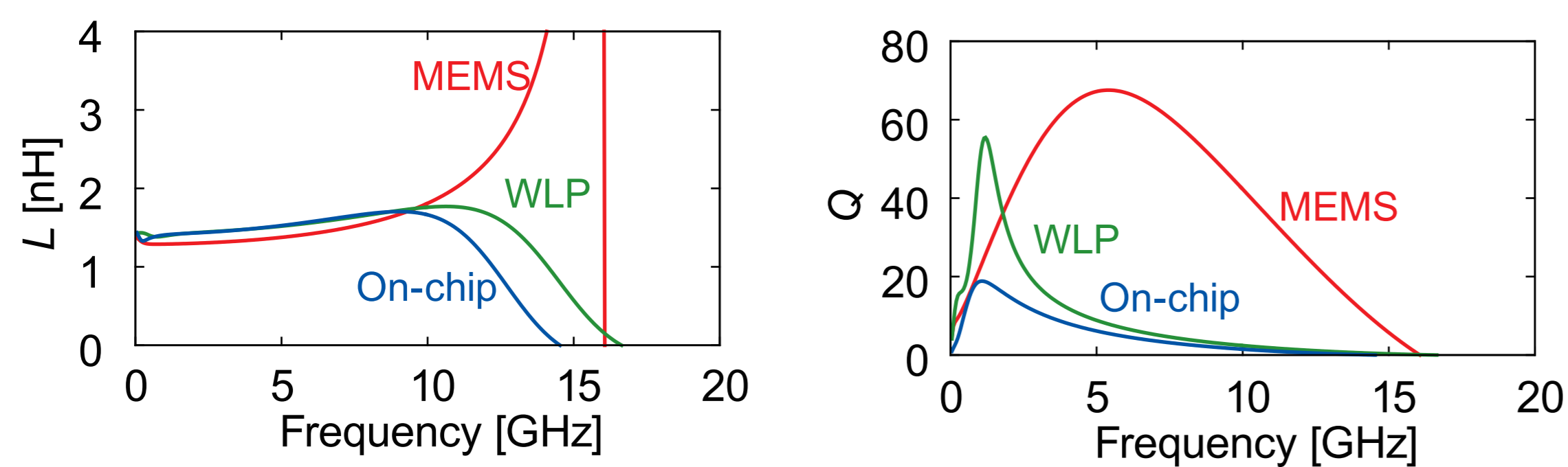
(Wafer-Level Chip-Size Packaging)

- 実装用の引き出し線をインダクタに利用したもの
- IC チップと同一サイズ = 小型

### 可変インダクタ



### 性能比較 (3D 電磁界解析)

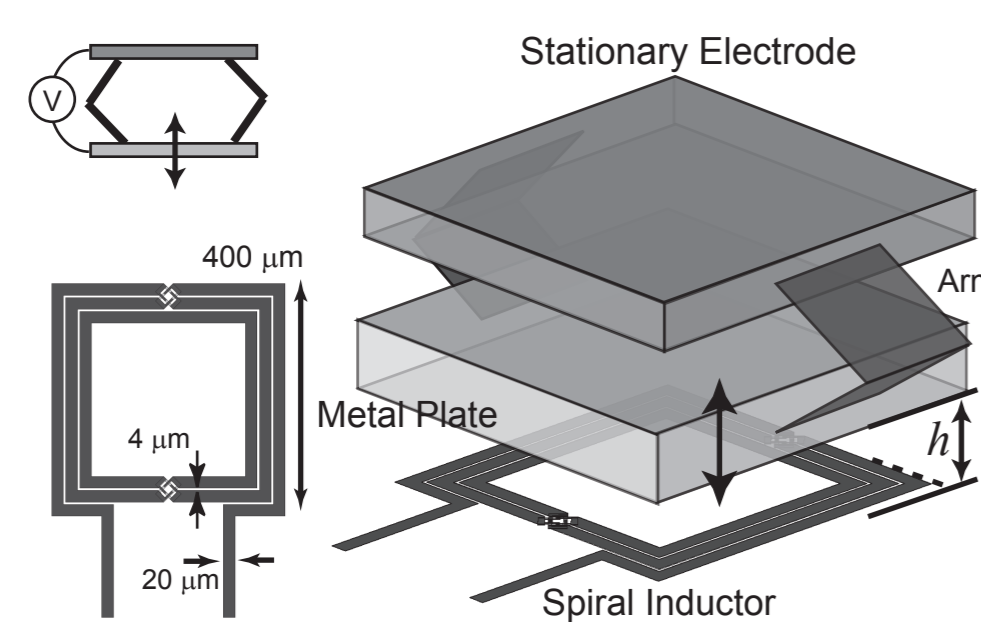


## MEMSインダクタのRF回路への応用

### 可変インダクタ

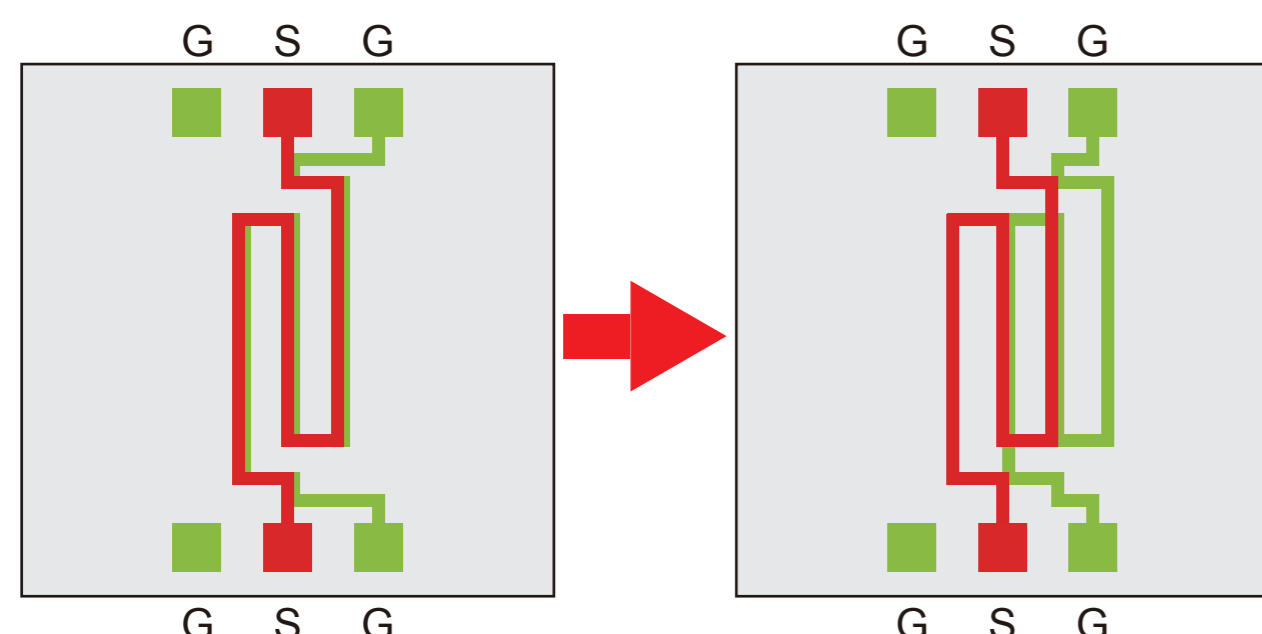
目的: 回路の広帯域化 / マルチバンド化

#### 益研従来方式



- 問題点**
- = 移動距離: 大
  - = 駆動電圧: 高

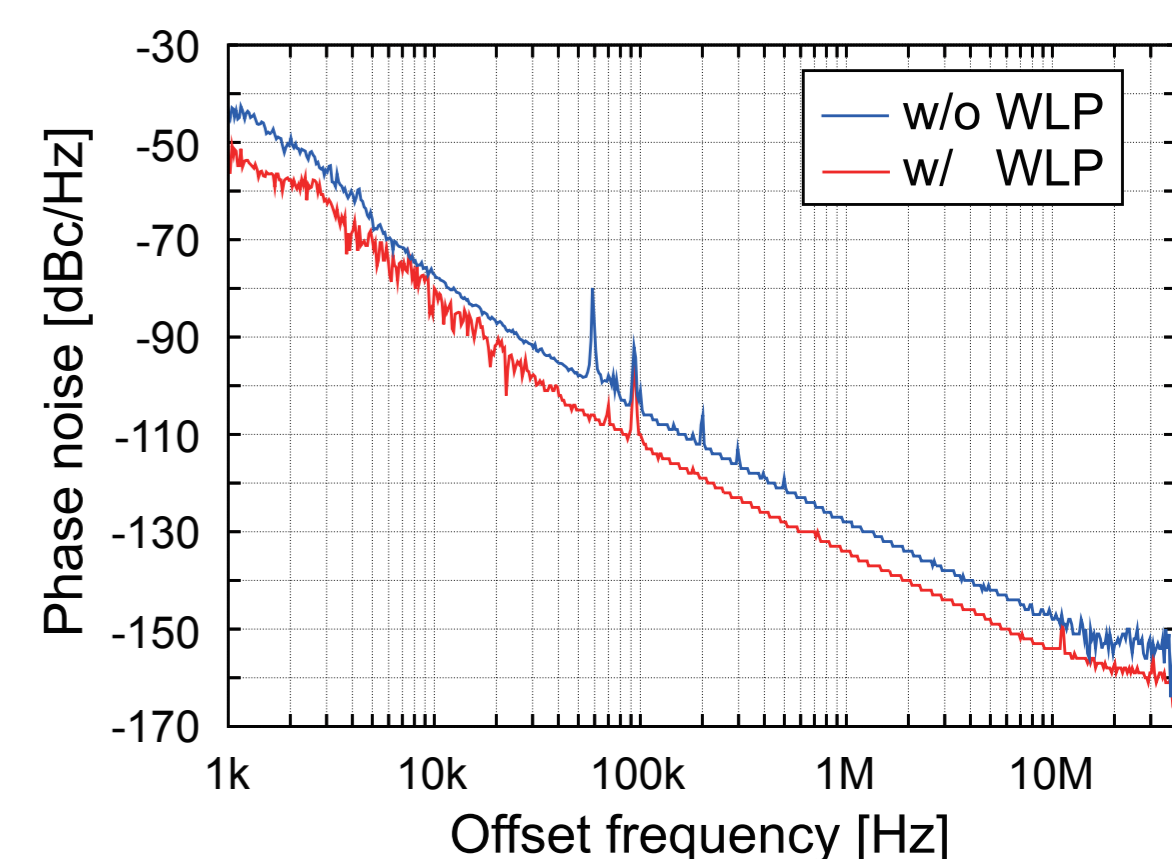
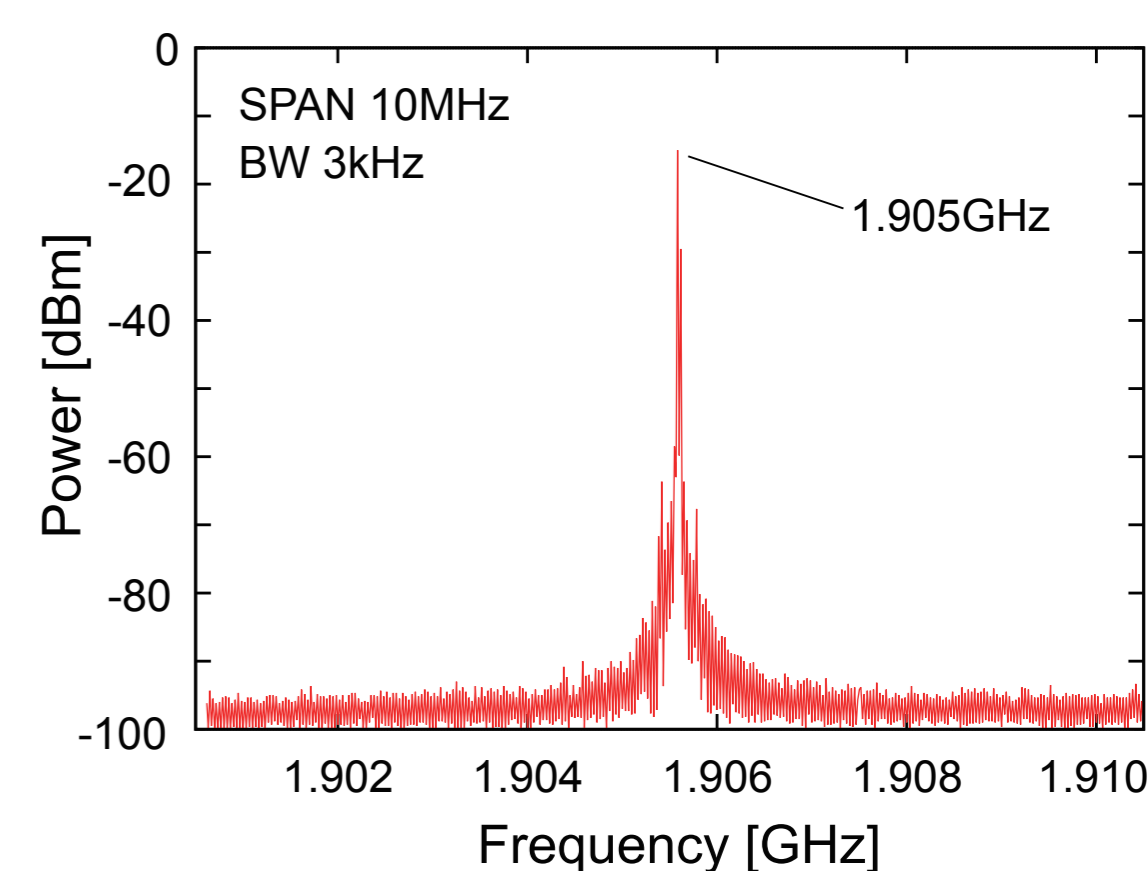
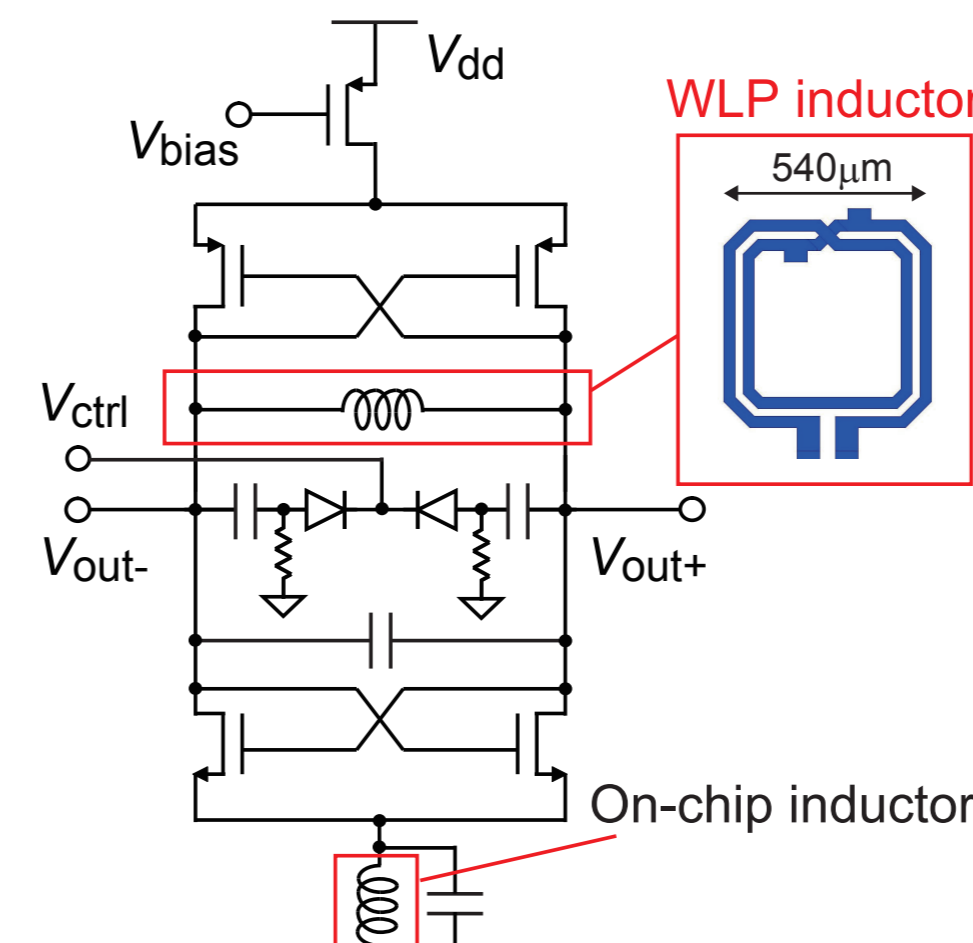
#### 提案方式



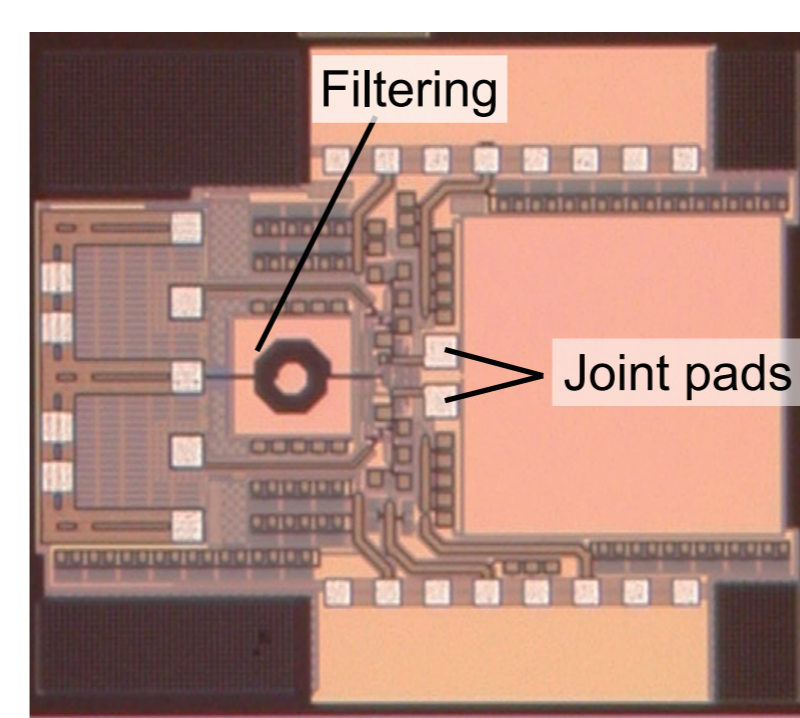
- ミアンダ1つ分のシールド移動でシールドのない状態と等価 (シミュレーションで確認) ⇒ 移動距離: 小

## WLPインダクタのRF回路への応用

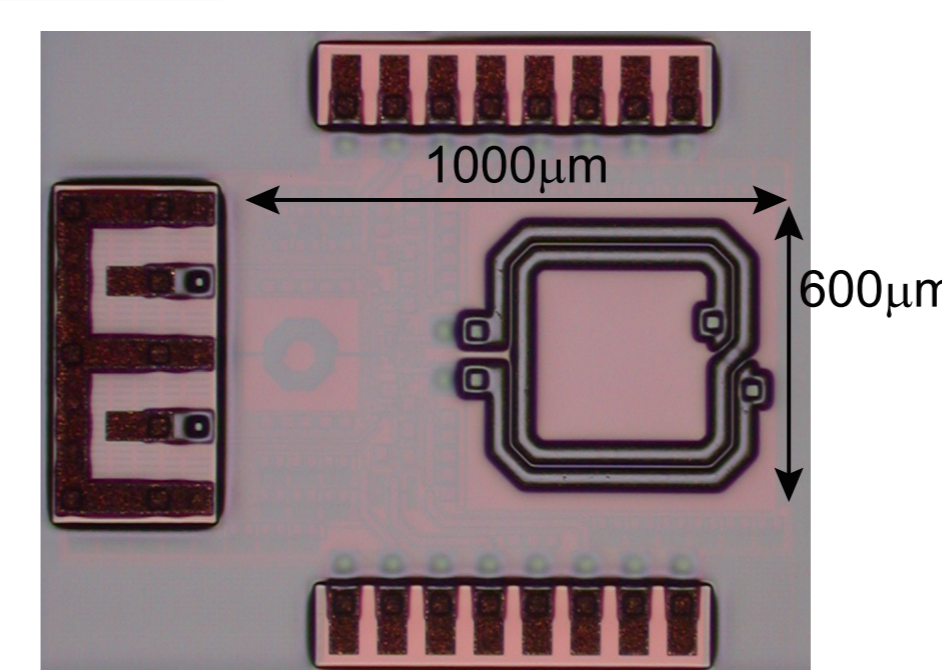
### VCO (電圧制御発振器)



実装前



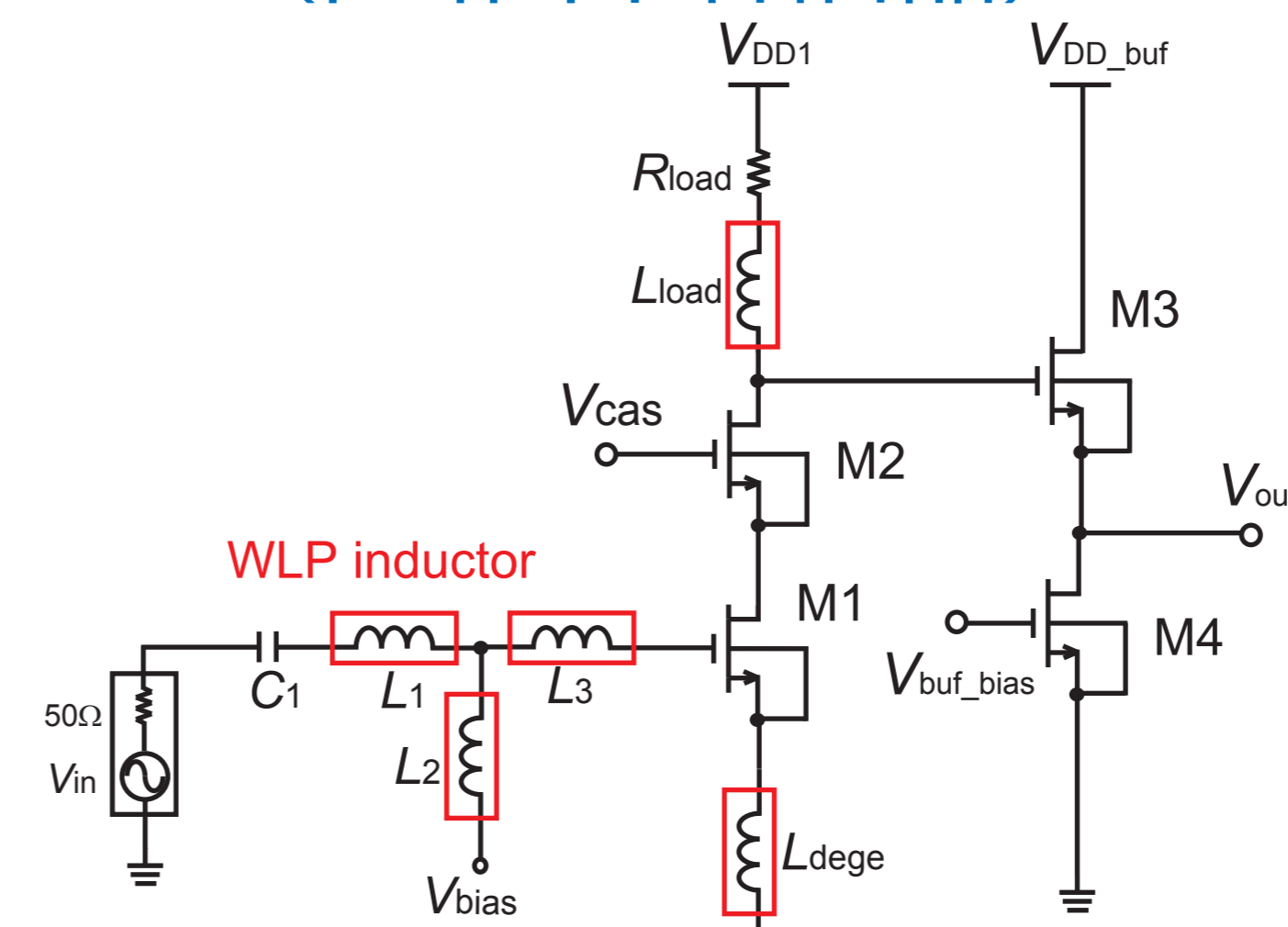
実装後



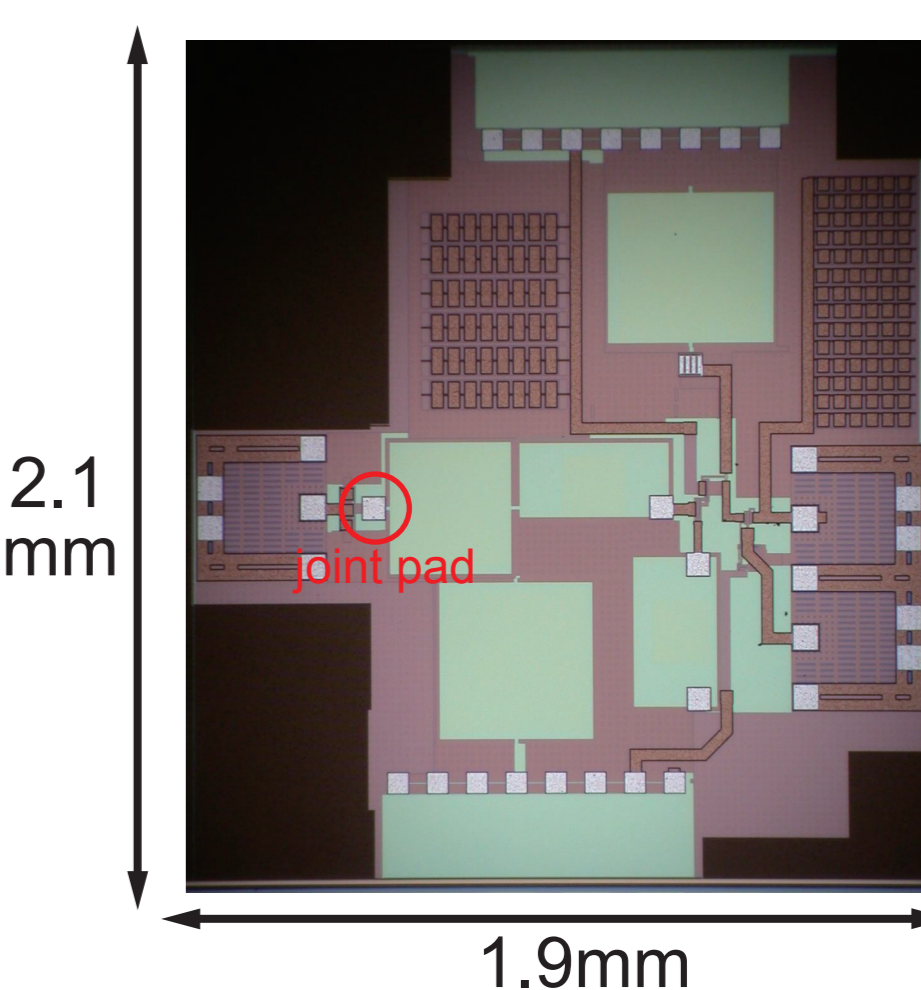
プロセス	0.18μm CMOS + WLP	0.18μm CMOS
電源電圧	1.8V	1.8V
中心周波数	1.9GHz	1.9GHz
消費電流	3.2mA	3.2mA
Turning range	18MHz/V	22MHz/V
位相雑音@1.9GHz (@1MHz offset)	-134dBc/Hz	-128dBc/Hz
FoM*	-193dBc/Hz	-186dBc/Hz

FoM (Figure of Merit): 位相雑音, 発振周波数, オフセット周波数, 消費電力を考慮した性能指標

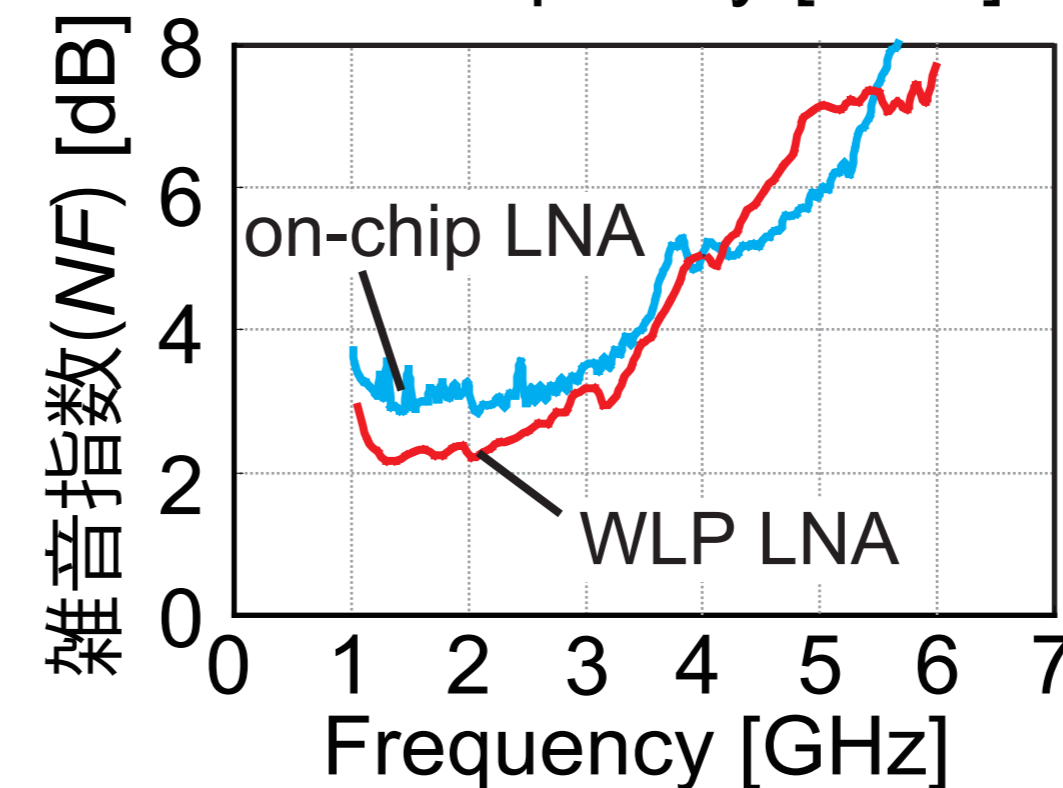
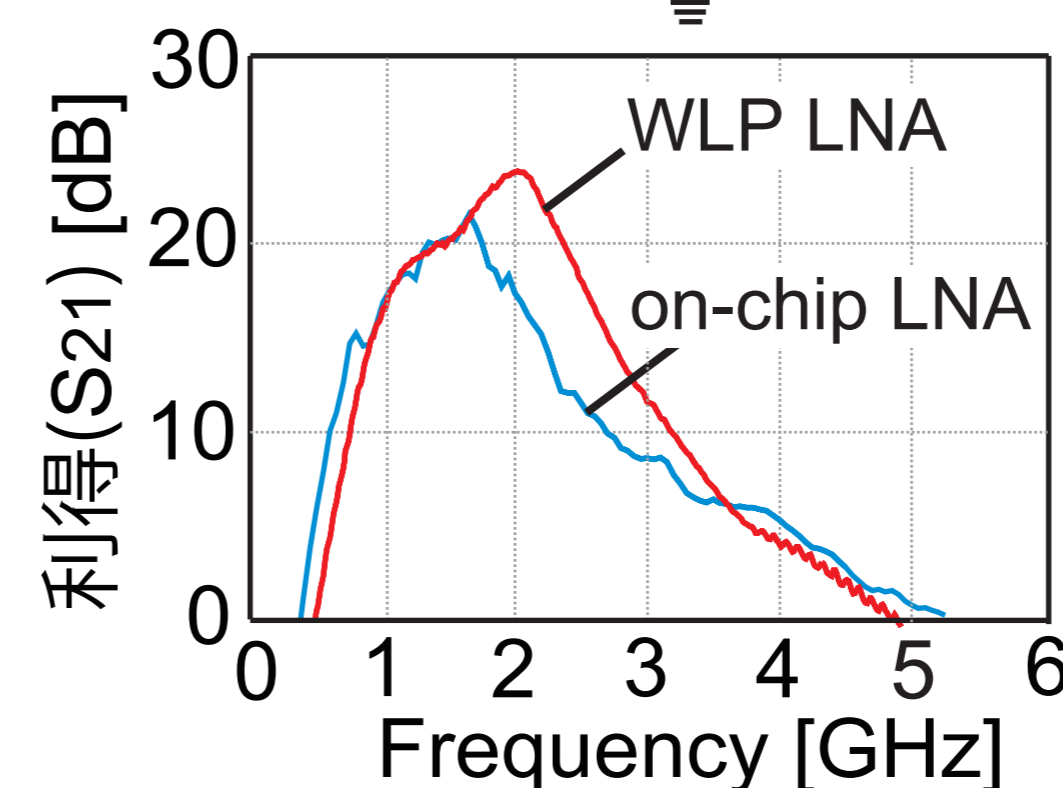
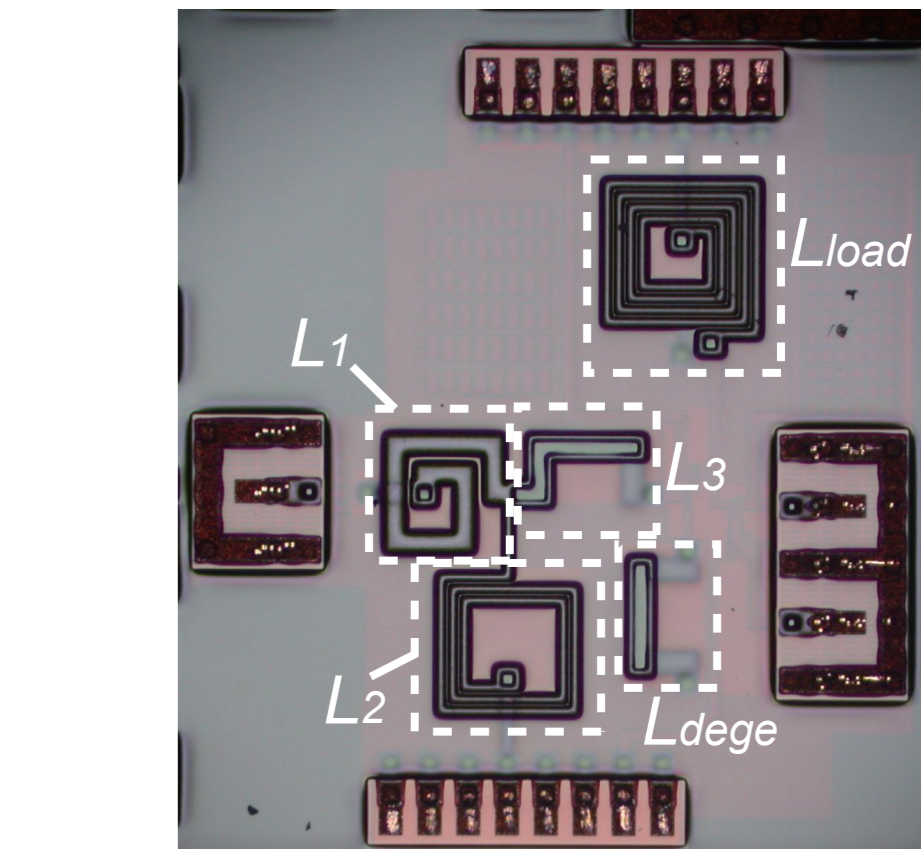
### LNA (低雑音増幅器)



実装前



実装後



プロセス	0.18μm CMOS + WLP	0.18μm CMOS
電源電圧	1.8V	1.8V
周波数	2.0GHz	1.65GHz
最大利得	23.7dB	21.5dB
雑音指数	2.2dB	3.1dB
消費電力	14mW	14mW

## まとめ

- RF CMOS 回路の高性能化のための On-chip 以外のインダクタの利用を提案した.
- MEMS インダクタは, 可変インダクタへの応用が有効. (高い Q 値, 小さな移動距離で大きな L 値変化)
- WLP インダクタは, VCO に利用することで, 位相雑音, FoM 6dBc/Hz 改善. LNA に利用することで, 利得 2dB, NF0.9dB 改善.