

# 0.2V Dual-Conduction Class-C 電圧制御発振器

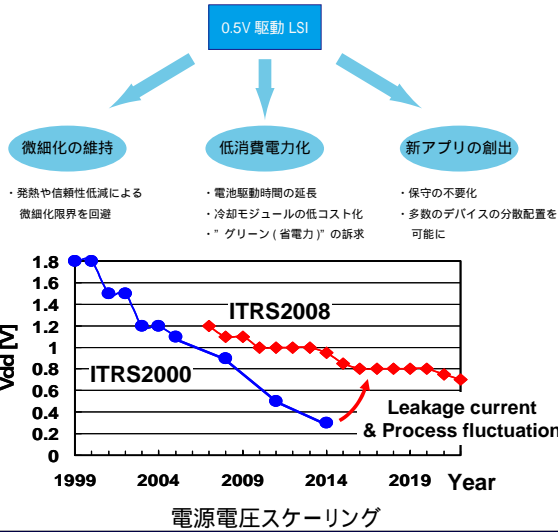
東京工業大学 大学院理工学研究科 松澤・岡田研究室  
原 翔一、野見山 陽、村上 壘、岡田 健一、松澤 昭

## 概要

- ・0.5V駆動LSIの実現に向けて、クロックジッタの問題を明らかにした。
- ・リング型よりもLC型の方が低電圧・低電力動作に有利であることを示した。
- ・Dual-Conduction構成のClass-C VCOを新規提案した。
- ・通信用のみならず、クロック発生においてもLC型のVCOが今後益々重要となる。

## 研究背景

### ・0.5V駆動LSI



### ・Ring型電圧制御発振器とLC型電圧制御発振器

LC-VCO [A.Mazzanti, et al., JSSC 2008]

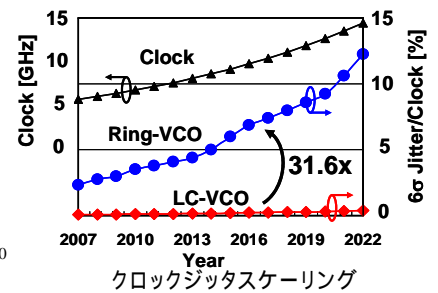
$$\frac{\omega_0^2}{\omega_{\text{offset}}^2} \cdot \frac{kT}{V_{DD} I_{\text{bias}}} \cdot \frac{1 + \gamma_n}{Q^2} \quad +30\text{dB worse}$$

Ring-VCO [A.Abidi, JSSC 2006]

$$\frac{\omega_0^2}{\omega_{\text{offset}}^2} \cdot \frac{kT}{V_{DD} I_{\text{bias}}} \cdot 2M \left\{ \frac{V_{DD}}{V_{DD} - V_{TH}} (\gamma_n + \gamma_p) + 1 \right\}$$

$V_{TH} = \frac{V_{DD}}{4}, \gamma_n = \gamma_p = \frac{2}{3}, M = 3, Q = 10$

Vdd	Type	Pdc	Phase Noise +10dB margin	Jitter
1.2	LC	1mW	-121.6 dBc/Hz-1MHz	0.16ps (0.074%)
	Ring	1mW	-91.6 dBc/Hz-1MHz	5.0ps (2.3%)
0.5	LC	0.17mW	-114.0 dBc/Hz-1MHz	0.38ps (0.67%)
	Ring	0.17mW	-84.0 dBc/Hz-1MHz	12.0ps (21%)
		174mW	-114.0 dBc/Hz-1MHz	0.38ps (0.67%)

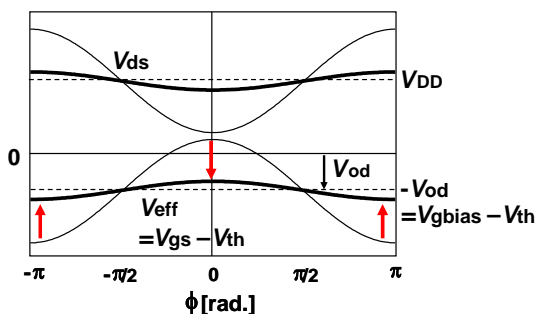
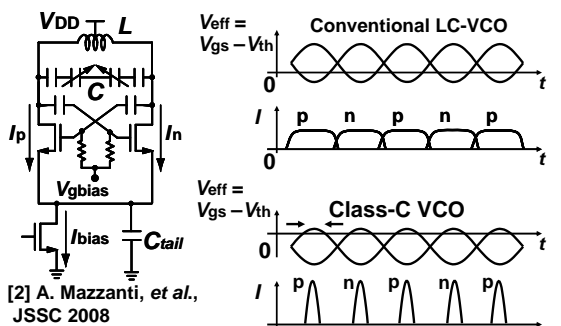


リング型が有利な場合  
・ジッタ仕様が緩く、周波数が100MHz程度以下の場合

LC型が有利な場合  
・それ以外すべて  
・LC-VCOと分周器を組み合わせることにより、面積の縮小と周波数可変範囲の拡大が可能  
・単純に消費電力だけを比較すると、高い周波数ほどLC型が低消費電力  
・ジッタ性能が厳しい場合は、LC型が有利な周波数帯はほとんど低くまで広がる  
・面積の問題はなくなる

## Dual-Conduction Class-C VCO

### ・Class-C VCO



### ・提案回路

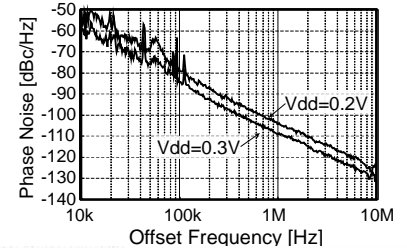
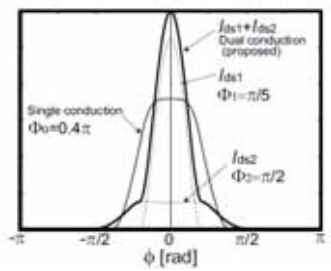
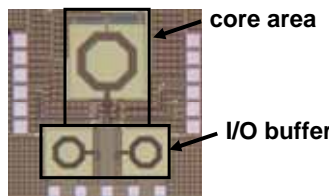
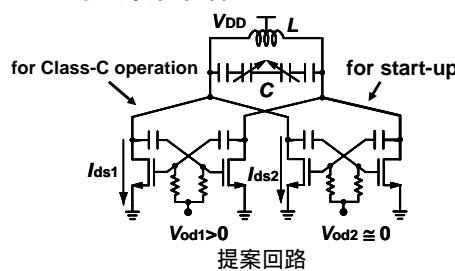


TABLE 1. Performance summary.

	[2]	[1]	[1]	This work
	0.13 μm CMOS	0.18 μm CMOS	0.18 μm CMOS	0.18 μm CMOS
Technology	0.13 μm CMOS	0.18 μm CMOS	0.18 μm CMOS	0.18 μm CMOS
Supply voltage	1.0 V	0.5 V	0.35 V	0.3 V / 0.2 V
Power consumption	1.3 mW	0.57 mW	1.46 mW	0.159 mW / 0.114 mW
Oscillation frequency	4.9 GHz	3.8 GHz	1.4 GHz	4.5 GHz / 4.5 GHz
Phase noise	-130 dBc/Hz @ 3MHz-offset	-119 dBc/Hz @ 1MHz-offset	-129 dBc/Hz @ 1MHz-offset	-109 dBc/Hz @ 1MHz-offset / -104 dBc/Hz @ 1MHz-offset
FoM	196 dBc/Hz	193 dBc/Hz	190 dBc/Hz	190 dBc/Hz / 187 dBc/Hz
Chip area	0.50 mm <sup>2</sup>	0.23 mm <sup>2</sup>	0.76 mm <sup>2</sup>	0.29 mm <sup>2</sup>
Topology	Class-C (single)	TF	TF	Class-C (dual)