

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	RF CMOS回路の高性能化に向けたオンチップ/オフチップインダクタ特性の比較
Title(English)	A Comparison of On-chip/Off-chip Inductors for Enhancement of Performance of RF CMOS Circuits
著者(和文)	水落 裕, 天川 修平, 石原 昇, 益 一哉
Authors(English)	Yutaka Mizuochi Shuhei Amakawa Noboru Ishihara Kazuya Masu, Shuhei Amakawa, Noboru Ishihara, Kazuya Masu
出典(和文)	2009 年 電子情報通信学会総合大会, , , C-12-29
Citation(English)	, , , C-12-29
発行日 / Pub. date	2009, 3
URL	http://www.ieice.org/jpn/books/t_g.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright (c) 2009 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

RF CMOS 回路の高性能化に向けた オンチップ/オフチップインダクタ特性の比較

A Comparison of On-chip/Off-chip Inductors for Enhancement of Performance of RF CMOS Circuits

水落 裕[†]
Yutaka Mizuochi

天川 修平[†]
Shuhei Amakawa

石原 昇[†]
Noboru Ishihara

益 一哉[†]
Kazuya Masu

[†] 東京工業大学 統合研究院
[†]Integrated Research Institute, Tokyo Institute of Technology

1 はじめに

RF CMOS 回路においては、オンチップインダクタの性能が、回路全体の性能を大きく左右している。本報告では、オフチップの MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) プロセス、WLCSP(Wafer Level Chip Size Packaging) プロセスを用いたインダクタ (以下、MEMS インダクタ、WLCSP インダクタ) とオンチップインダクタで性能の比較を行い、回路の高性能化に向けたインダクタの利用法を提案する。

2 比較したインダクタの種類と性能指標

比較した 3 種類のインダクタの構造を図 1 に示す。MEMS インダクタは中空構造となっており、WLCSP インダクタは樹脂 (resin) で覆われている。MEMS と WLCSP のインダクタはオンチップインダクタと比較して、Si 基板から離して作製することができる。また、MEMS インダクタは回路とは別の高抵抗基板に作製することができる。

回路の高性能化に向けた、インダクタに要求される性能指標として、(a) Q 値、(b) 自己共振周波数について比較を行った。

3 解析結果

インダクタモデルを 3 次元電磁界解析して S パラメータを求め、そこから Y パラメータを計算し、次式によりインダクタンス L と Q 値を求めた。

$$L = \frac{1}{2\pi f} \operatorname{Im} \left(\frac{1}{Y_{11}} \right), \quad Q = -\frac{\operatorname{Im}(Y_{11})}{\operatorname{Re}(Y_{11})} \quad (1)$$

インダクタの各パラメータは実際のプロセスを参考に決定した。WLCSP とオンチップインダクタは、180 nm CMOS プロセスを想定した。インダクタの半径と巻き数をそれぞれ、50 μm 、1.5 巻きと同じ条件にし、低周波側でほぼ等しいインダクタンスを持つもので比較した。

インダクタンス L と Q 値の解析結果をそれぞれ図 2, 3 に示す。自己共振周波数は、オフチップインダクタの方がやや高く、 Q 値最大値はオフチップインダクタの方が 3 倍から 4 倍程度大きい。また、MEMS と WLCSP インダクタは高い Q 値が得られる帯域に違いがある。

以上の結果を踏まえ、3 種類のインダクタの性能を表 1 にまとめる。

高い Q 値が必要な場合には、場合は、オフチップインダクタの利用が有効である。ソフトウェア無線回路などの用途で、広帯域に高い Q 値が必要な場合には、MEMS インダクタを利用し、単一周波数での使用であれば、WLCSP インダクタがパッケージングを同時に構成できる点で有利だと考えられる。高い Q 値が必要ない場合は、オンチップインダクタの利用が可能である。

4 まとめ

RF CMOS 回路の高性能化において、オンチップインダクタがボトルネックになっていることが多いが、使用目的に応じたオフチップインダクタの選択をすることにより、RF CMOS 回路の性能間のバランスの取れた設計が可能になると考えられる。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科研費、日本学術振興会科研費、総務省 SCOPE、NEDO、STARC の支援を受け、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じ、日本ケイデンス株式会社、メンター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。

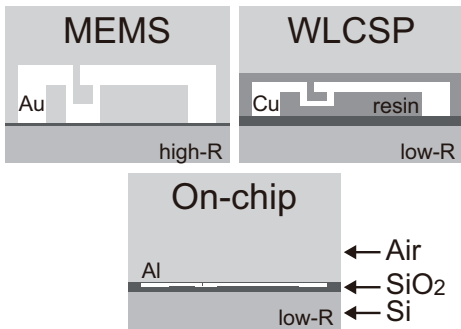


図 1 各インダクタの構造

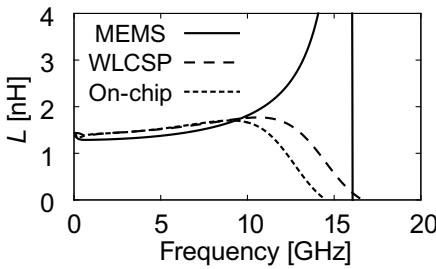


図 2 インダクタンス解析結果

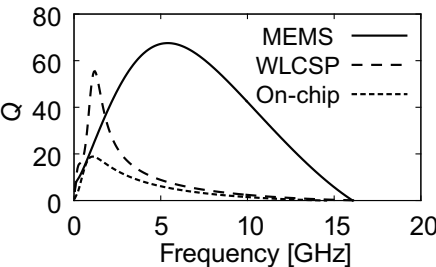


図 3 Q 値解析結果

表 1 インダクタ性能比較表

性能指標	MEMS	WLCSP	On-chip
(a) Q 値		○	
(b) 自己共振周波数	○	○	