

2022年度 独創的研究助成費 実績報告書

2023年 2月25日

報告者	学科名	情報通信工学科	職名	教授	氏名	伊藤信之
研究課題	小型ミリ波無線センサの高性能化に関する検討					
研究組織	氏名	所属・職	専門分野	役割分担		
	代表	伊藤信之	情報工学部・教授	集積回路	全体設計・リーダー	
	分担者	橋本佳紀	システム工学専攻博士前期課程2年	集積回路	送信部設計	
		林祐樹	システム工学専攻博士前期課程2年	集積回路	受信部設計	
		栢野陽平	システム工学専攻博士前期課程2年	集積回路	ローカル部設計	
田村直渡		システム工学専攻博士前期課程1年	集積回路	ローカル部設計		
研究実績の概要	<p>1. 研究の結果</p> <p>(1) 受信部回路</p> <p>昨年試作したインダクタ結合 LNA の最終結果として NF が 7.9dB とあまり良好な結果ではなかったため[1]、図1に示すキャパシタ結合電流再利用二段増幅器の回路設計、レイアウト設計、試作されたチップの測定を2回行った。1回目の回路の測定結果は周波数20GHzにおいて、ゲイン=11 dB、NF 6.0 dB を得たが、ゲイン不足のため、再設計、再チップ試作の測定を行った結果、ゲイン=18 dB、NF 3.5 dB とこの周波数帯においては非常に良好な特性を得た[6]。</p>					
	<p>(2) 送信部回路</p> <p>昨年度の回路では高出力電力および超低位相雑音化が達成できたが、電力効率は21.5%と目標の30%に達しなかったため、今年度はトランス構造を、縦方向結合構造から図2に示す新たな横方向結合構造へ変更し、回路設計、レイアウト設計、試作されたチップの測定を行った。その結果、出力電力17.4d Bm、電力効率24.3%、位相雑音-122 dBc/Hz と昨年を上回る特性を得る事ができた[4]が、電力効率は30%には達しなかった。</p>					

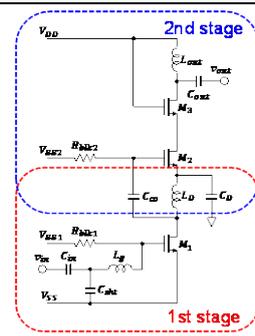


図1 キャパシタ結合二段増幅回路

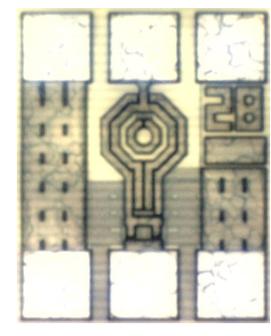


図2 新PowerVCO

※ 次ページに続く

研究実績
の概要

(3) ローカル回路

(3-1) Switched-Capacitor VCO with Switched-Resistor Current Source

20GHz 帯にて、広帯域かつ低位相雑音 VCO を実現するために、図3に示す Switched-Capacitorにて広帯域発振周波数を、Switched-Resistor Current Sourceにて低位相雑音を得、さらにそれらを同期することにより、広帯域な発振周波数領域で常に低位相雑音の VCO を実現した。その結果19.8 ~22.5 GHz の広い領域で 1 MHz オフセットの位相雑音として -105 dBc/Hz 以下を得た[3]。

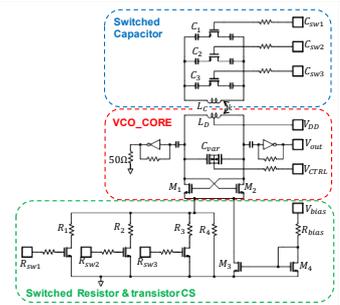


図3 SW-Capacitor VCO with SW-Resistor Current source

(3-2) Switched-Resistor VCO

図4に示す13bitの Switched-Resistor VCO の回路設計、レイアウト設計、試作されたチップの測定を行った。その結果、全体の97% (12.9bit) の周波数変化幅を10ppm 以下に抑えることができ、本格的なデジタル制御発振器 (DCO) 回路の実現可能性が高くなった[2][5]。

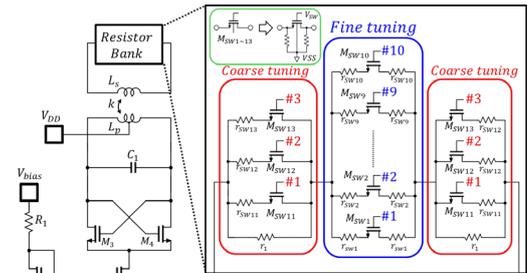


図4 Switched Resistor VCO

2. まとめ

これらの要素回路は、ミリ波無線センサの小型化、高性能化に寄与すると考えられる。

成果資料目録

- [1]. Y. Hayashi, K. Komoku and N. Itoh, "A study of K-band gain-boosted amplifier using inductor coupling," 2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), 2022, pp. 77-79, doi: 10.1109/RFIT54256.2022.9882429.
- [2]. N. Tamura, K. Komoku, and N. Itoh, "A 27.2-27.8 GHz Fine Frequency Tuning DCO Using 13-bit Switched Resistor," International Conference on Analog VLSI Circuits (AVIC 2022), pp. 46-49, Hiroshima, Japan, Nov. 1st, 2022.
- [3] Y. Kayano, K. Komoku and N. Itoh, "A Study on Wideband LC VCO with Switched Capacitor," 3rd TJMW Student Workshop, 3A-3, November 14, 2022, Online.
- [4] Y. Hashimoto, K. Komoku and N. Itoh, "A Study on 24-GHz High-Power VCO Using a Transformer," 3rd TJMW Student Workshop, 3A-4, November 14, 2022, Online.
- [5] N. Tamura, K. Komoku and N. Itoh, "Study on Fine Frequency Tuning DCO Controlled by 13-bit Switched Resistor," 3rd TJMW Student Workshop, 3A-5, November 14, 2022, Online.
- [6] T. Hayashi, K. Komoku and N. Itoh, "A study of K-band high-gain current-reuse two-stage LNA," 3rd TJMW Student Workshop, 3B-4, November 14, 2022, Online.