

ミリ波注入同期型周波数逡倍器の負性コンダクタンス改善の検討

g_m -Enhancement Technique for Injection Locked Oscillators

桂木 真希彦
Makihiko Katsuragi

近藤 智史
Satoshi Kondo

岡田 健一
Kenichi Okada

松澤 昭
Akira Matsuzawa

東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻
Department of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology

1 まえがき

近年、近距離高速通信向けに 60 GHz 帯無線通信回路が盛んに研究されている。従来、ミリ波帯においては共振器の Q 値が劣化し、発振器の位相雑音が増加してしまうという課題があった。そこで注入同期型周波数逡倍器 (ILO) を用いて、低い周波数帯の信号を逡倍して利用する構成が提案されている [1]。

ILO は共振器の寄生抵抗をクロスカップルトランジスタの負性コンダクタンスでキャンセルすることによって発振させているが、ミリ波帯ではゲート抵抗の影響により負性コンダクタンスが劣化する。本研究では、クロスカップルトランジスタのゲート抵抗をキャンセルするために新たな回路構成を提案する。

2 従来構成

従来の Tail-Injection Quadrature ILO の構成を図 1(a) に示す。クロスカップルトランジスタの負性コンダクタンス g_m は以下の式で表される。

$$g_m \approx -\frac{g_{mc}}{2} + \frac{\omega^2 C_{gs}^2 R_g}{2} \quad (1)$$

g_{mc} 、 C_{gs} 、 R_g はそれぞれクロスカップルトランジスタのトランスコンダクタンス、ゲートソース間容量、ゲート抵抗である。

式 (1) より、ミリ波帯ではゲート抵抗の影響により負性コンダクタンスが小さくなってしまふ。しかし、トランジスタサイズを大きくすると、寄生容量が大きくなり、ILO の周波数可変範囲を劣化させてしまふ。

3 提案構成

上記の問題を解決するために提案する構成が図 1(b) である。テールトランジスタをクロスカップルする構成となっている。テール部に負性コンダクタンスを作ることによって、クロスカップルトランジスタのゲート抵抗をキャンセルすることができる。また、テールクロスカップル部の DC カット容量 C_{cut} がテールトランジスタのゲートドレイン間容量と直列に見えるために、寄生容量は提案構成の方が小さくなる。

シミュレーション結果を図 2 に示す。負性コンダクタンスは高周波側で提案構成の方が大きくなっており、60 GHz で比較すると従来構成に比べて 25% 程度増大していることがわかる。一方、寄生容量は提案構成の方が 60 GHz で 15% 程度削減できた。

4 結論

提案回路構成により、クロスカップルトランジスタの寄生容量を減らしつつ負性コンダクタンスを大きくすることができた。

謝辞

本研究の一部は、総務省委託研究『電波資源拡大のための研究開発』、総務省 SCOPE、科学研究費補助金、半導体理工学研究センター、東工大基金、並びに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し、日本ケイデンス株式会社、メンター株式会社の協力で行われたものである。

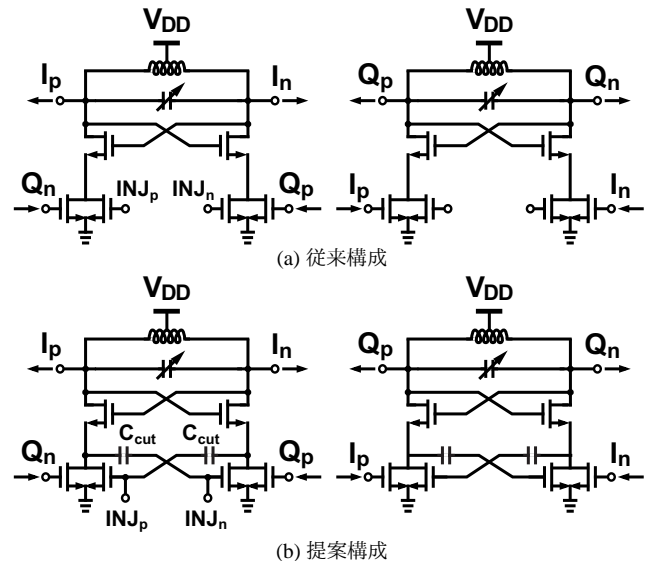


図 1 Tail-Injection Quadrature ILO

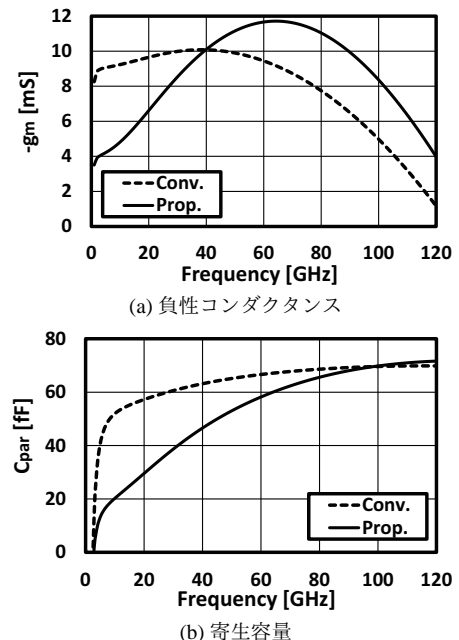


図 2 提案構成のシミュレーション結果

参考文献

- [1] W. L. Chan and J. R. Long, "A 56-65 GHz Injection-Locked Frequency Tripler With Quadrature Outputs in 90-nm CMOS," *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, Vol. 43, No. 12, pp. 2739-2746, Dec. 2008.