

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Rotary Traveling Wave Oscillator Based Frequency Synthesizers in CMOS Technology
著者(和文)	滝波浩二
Author(English)	Koji Takinami
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9294号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岡田 健一,松澤 昭,荒木 純道,益 一哉,高木 茂孝,束原恒夫
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9294号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	滝波 浩二
論文審査 審査員		氏 名	職 名	
	主査	岡田 健一	准教授	高木 茂孝 教授
	審査員	松澤 昭	教授	東原 恒夫 会津大学 教授
		荒木 純道	教授	
		益 一哉	教授	

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は"Rotary Traveling Wave Oscillator Based Frequency Synthesizers in CMOS Technology (周回進行波発振器を用いた CMOS 周波数シンセサイザに関する研究)"と題し、英文六章からなっている。

第一章"Introduction(序論)"では、CMOS 技術を用いた周波数シンセサイザおよび位相同期ループ(PLL: Phase Locked Loop)技術について広範に概説し、それぞれ課題点を明らかにしている。それらの課題の解決のため、周回進行波発振器を用いた完全デジタル型 PLL の有効性を論じている。

第二章"Phase Error Calibration Technique (位相誤差の補償技術)"では、周回進行波発振器において各負性抵抗回路部での位相誤差について議論している。周回進行波発振器では、環状に接続された伝送線路上を信号が周回するように発振動作を起す。伝送線路は損失を有しているため、発振を維持するためにトランジスタによる負性抵抗回路を付加し、伝送線路の損失を補償する必要がある。この際、伝送線路の構造上の非対称性により位相誤差が発生し、その位相誤差により位相雑音が劣化する。従来から、実験的に知られていた現象であるが、本章においては位相誤差による位相雑音の劣化現象を解析し、その位相誤差を補償することにより位相雑音の改善が可能であることを示している。

第三章"Phase Noise Analysis (位相雑音の解析)"では、周回進行波発振器において熱雑音に起因する位相雑音を与える解析式を導出している。周回進行波発振器を、複数の定在波発振器が互いに注入同期しあう発振器としてモデル化し、直接位相雑音を算出するための解析式を導出している。差動伝送線路を用い、負性抵抗回路の数を N とすると、 N が 2 の場合、定在波発振器と等価となり、 N が 2 より大きい場合に周回進行波発振器を表すことを示している。 N を変化させた場合の位相雑音の変化についても考察しており、提案式により解析時間を大幅に短縮することに成功している。

第四章"All-Digital Phase Locked Loop (完全デジタル型 PLL)"では、周回進行波発振器を完全デジタル型 PLL で用いる回路方式について検討している。従来の完全デジタル型 PLL では時間差デジタル変換器が必要であり、その分解能の向上と低消費電力化が課題であった。周回進行波発振器は多位相の取り出しが可能のため、比較器のみで時間差デジタル変換が可能であり、発振周波数に係らず高分解能が得られることを示している。32 位相の周回進行波発振器を用いた完全デジタル型 PLL を CMOS 集積回路として実装している。78MHz の基準信号に対し、4GHz の発振周波数を達成し、-108dBc/Hz の帯域内位相雑音特性を実現している。

第五章"Performance Comparison and Discussion (技術比較と検討)"では、他の PLL 技術との比較を行い、周回進行波発振器を用いる提案方式の特徴や性能面での差異について論じている。位相分解能が発振周波数に依存しないため、発振周波数が向上するほど他方式よりも位相雑音の改善が可能であることを示している。

第六章"Conclusions(結論)"では、本論文で得られた成果をまとめ、今後の研究の展望について言及している。

以上を要するに、本論文は周回進行波発振器の解析を通し、その有効性について論じたもので、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって我々は、本論文が博士(工学)の学位論文として、十分に価値あるものと認める。