

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Phase Locked Loop using Injection-Locked Ring Oscillator
著者(和文)	韓政勳
Author(English)	Jeonghoon HAN
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10896号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:松澤 昭,高田 潤一,益 一哉,岡田 健一,山下 幸彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10896号, Conferred date:2018/3/26, 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

(博士課程)

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	韓 政勳	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	松澤 昭	教授	山下 幸彦	准教授
	審査員	高田 潤一	教授		
		益 一哉	教授		
岡田 健一		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Study on Phase Locked Loop Using Injection-Locked Oscillator” (注入同期型リング発振器を用いた位相同期回路に関する研究) と題し、英文 6 章からなっている。

第 1 章 “Introduction” (序論) では、プロセスの微細化に伴って、デジタル回路の面積と消費電力の占有率は下がっている反面、アナログ回路の消費電力及び面積の占有率が上がっていることから、微細プロセスにおいて小面積かつ低消費電力で低位相雑音を持つ 1GHz 程度の比較的低周波数のクロック発生器の開発が困難になっていることを論じ、この問題の解決を図るため、注入同期型リング発振器を用いる位相同期回路の活用方法を提案し、その有効性を実証することが本論文の目的であると述べている。

第 2 章 “Phase-Locked Loops” (位相同期回路) では、位相同期回路の構成とその特徴、及び位相同期回路に用いられる発振器において、LC 型発振器、リング発振器、注入同期型発振器の原理及びその特徴を記述している。また、小面積、低消費電力、低位相雑音のために注入同期型リング発振器を選択する必要性とその課題について述べている。

第 3 章 “Injection-Locked Ring Oscillators as a Frequency Multiplier” (周波数通倍器としての注入同期型リング発振器) では、周波数通倍器としての注入同期型リング発振器の理想モデルを提案し、最大ロックレンジを導出している。また、ロックレンジが自走発振周波数において非対称であることを示している。

第 4 章 “Injection-Locked Charge Pump Phase-Locked Loop with a Replica Ring Oscillator” (レプリカリング発振器を用いた注入同期型チャージポンプ位相同期回路) では、レプリカリング発振器を用いた注入同期型チャージポンプ位相同期回路を提案している。第 3 章で得られた最大ロックレンジに基づき、20 倍の周波数通倍比を持つ注入同期型リング発振器を最適設計し、プロセス、電源電圧及び温度のバラツキについて、回路シミュレーションにより検証を行っている。回路シミュレーション結果において、注入同期型リング発振器とそのレプリカリング発振器は標準偏差の 3 倍のプロセスバラツキ量に対して耐性 (99.7% のロック) を持ち、17% の電源電圧の変化、151°C の温度変化にもロック状態が維持できることを示している。また、測定結果は、発振周波数 1GHz において、10 kHz のオフセット周波数で -108.2 dBc/Hz、100 kHz のオフセット周波数で -114.4 dBc/Hz の低位相雑音を示している。さらに、ロックした状態から 10.3% の電源電圧の変動があっても安定したロック状態を維持していることを示している。

第 5 章 “Enhancement of Tolerance to Voltage-Temperature Variation” (電圧及び温度変動耐性の拡張) では、レプリカリング発振器を用いた注入同期型チャージポンプ位相同期回路のロック制御において、粗粒度のロック (coarse lock) で生じる準安定領域にロックさせる方法を提案し、ロックレンジのバランスと粗粒度のロック時間を半分程度に短縮している。また、電圧及び温度変動耐性を拡張する方法を提案し、回路シミュレーション及び解析にて検証している。従来方式に比べ、約 20% の面積と 102.4 μ A の低消費電流で、同程度の電圧及び温度変動耐性の拡張を達成している。

第 6 章 “Conclusion and Future Work” (結論と課題) では、本論文のまとめと、今後の注入同期型チャージポンプ位相同期回路の発展の展望と可能性について述べている。

以上を要するに、本論文は、微細プロセスにおいて 1GHz 程度の比較的低周波数のクロック発生器に関して、周波数通倍器としての注入同期型リング発振器の理想モデルの提案及び最大ロックレンジを導出し、プロセス、電源電圧及び温度のバラツキに強い耐性を持つ注入同期型チャージポンプ位相同期回路を提案したもので、工学上、学術上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士 (学術) の学位論文として十分に価値のあるものと認める。