

多数台の小型原子時計を同時評価するための多重位相計の開発

Development of a Multi-Phase Meter for Simultaneous Evaluating of Many Compact Atomic Clocks

産総研計量標準¹, MMC² ○柳町 真也¹, 高見澤 昭文¹, 萩本 憲¹, 池上 健²

NMIJ AIST¹, MicroMachine Center²

E-mail: s.yanagimachi@aist.go.jp

Global Navigation Satellite System(GNSS)による測位技術はスマートフォンやカーナビゲーションで利用され、すでに民生用として身近なものになった。高精度な時刻同期システムはそのような測位技術を実現するための根幹である。時刻同期システムのさらなる高精度化はもちろんのこと、システム構築の低コスト化、低消費電力化、小型化等を課題として捉え、現在、世界中で熾烈な開発競争が繰り広げられている[1]。原子時計はGNSS衛星に搭載され、その時刻、及び周波数情報を無線通信により地上局へ配信可能なため、利用者の時刻を同期するための必須アイテムである。2001年頃よりチップスケール原子時計(Chip Scale Atomic Clock: CSAC)と称した超小型原子時計の米国家プロジェクトが進行した[2]。その成果は、従来の大きさ、周波数安定度と同程度の仕様を満たすために数Wを要した消費電力を100mWクラスにまで押下げる原動力となり、民間会社により製品化された。近年では、CSACは海底資源探査、海底地震計などの無線用の電波受信困難地域における時刻同期の道具として活用され、新たな市場を開拓している。最近、CSACアーキテクチャを利用した小型原子時計の更なる高安定化[3]、低消費電力化[4]、小型化[5]の研究も進展している。その結果、市場展開の拡大が予測され、小型原子時計が身近な部品として普及する社会が到来すると考えられる。

一般的に、小型原子時計はそれを組込む装置の時刻情報を正確に維持するための基準発振器としての役割を担う。そのため、実装前にその初期周波数を設定し、周波数安定度を保証するデータを取得する必要がある。我々は、上記目的を果たすために、多数の小型原子時計を効率的に評価可能な多重位相計の開発を行っている[6]。多重位相計では、複数のA-D変換器によりデジタル化された小型原子時計の周期信号に離散フーリエ変換(Discrete Fourier Transform: DFT)を適用する。本研究ではDFTにおける打ち切り誤差に関する考察を行う。

本研究は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度JPJ004596の支援を受けたものである。

[1] 「平成27年度特許出願技術動向調査報告書(概要)測位システム」, 特許庁, https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/27_01.pdf(参照 2021-01-08). [2] J. Kitching, et.al., Appl. Phys. Lett. **81**, 553(2002). [3] H. Zhang, et.al., IEEE J. Solid-State Circuits **54**, 3135(2019). [4] S. Yanagimachi, et.al., Appl. Phys. Lett. **116**, 104102(2020). [5] M. Hara, et.al., IEEE International Ultrasonic Symposium (IUS). IEEE, 1(2020). [6] S. Yanagimachi, et.al., JJAP. **52**, 036601(2013).