

プログラマブルジョセフソン電圧標準による 10 Vrms ステップ近似交流波形生成と過渡応答特性の評価

Generation of 10 Vrms Stepwise-Approximated AC Waveforms Using Programmable Josephson Voltage Standard and Evaluation of the Transient Characteristics
 産総研¹, 東京都市大² ○丸山 道隆¹, 天谷 康孝¹, 山森 弘毅¹, 高橋 ひかり², 浦野 千春¹, 桐生 昭吾², 金子 晋久¹
 AIST¹, TCU² ○Michitaka Maruyama¹, Yasutaka Amagai¹, Hirotake Yamamori¹, Hikari Takahashi², Chiharu Urano¹, Shogo Kiryu², Nobu-hisa Kaneko¹
 E-mail: m-maruyama@aist.go.jp

1. はじめに

ジョセフソン効果を用いた電圧標準 (JVS) は、量子力学に基づいたその普遍性から、世界各国で直流電圧の国家一次標準として用いられている。近年、従来の JVS を発展させたプログラマブル型 JVS (PJVS) を用いて、交流電圧の量子標準を実現するための研究が盛んに行われている[1]。産総研ではこれまでに、GM 冷凍機を用いた PJVS システムを開発し[2]、実効値 3 V、周波数 2 kHz までの交流波形生成を実証した。また最近、接合数を増加した素子チップの使用により出力電圧の向上に取り組み、実効値 10 V の波形生成に成功した[3, 4]。本発表では、PJVS を用いた 10 Vrms 交流波形生成と、重要な性能指標の一つである過渡応答 (トランジエント) 特性の測定について報告する。

2. 10 Vrms 生成波形と過渡応答特性

使用した PJVS 素子は、524 288 個の NbN 系オーバードンプ型接合を直列接続したジョセフソンアレイを有し、約 16 GHz のマイクロ波照射に対し、最大約 17 V の電圧を出力可能である[2]。また、上記アレイは 24 チャンネルのバイナリなセグメントに分割され、11 ビットの D/A コンバータとして機能する。使用した素子チップに対して、冷却温度やマイクロ波強度、周波数、バイアス電流値等の最適化を行った結果、各チャンネルにおいて、約 0.5 mA 以上のバイアスマージンが得られた。Fig. 1 に、PJVS により生成したステップ近似交流電圧波形の例を示す。また、得られた波形の時間微分を Fig. 2 に示す。図から、各ステップ間のトランジエント時間は 4~6 μ s であり、各ステップの周期 (15.625 μ s) より十分小さいことが確認できた。

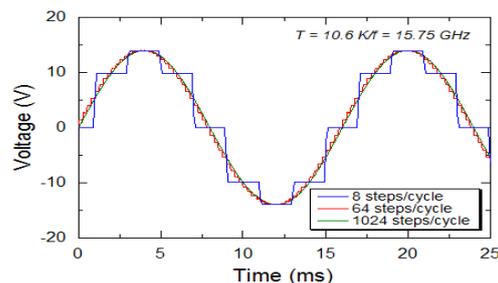


Fig. 1 62.5 Hz/10 Vrms stepwise-approximated sine waveforms generated with PJVS system.

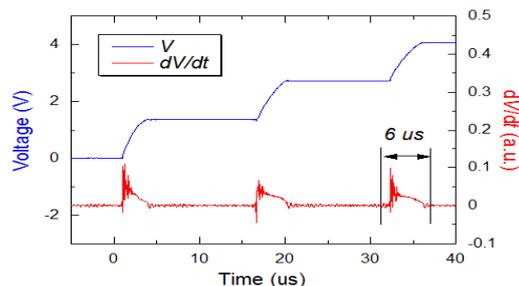


Fig. 2 Transient characteristics of 1 kHz/64 step/cycle waveform generated with PJVS system.

3. まとめ

機械式冷凍機を用いた PJVS システムを用いて実効値 10 V の交流波形生成を実証し、過渡応答時間が約 6 μ s 以下であることを確認した。今後は、サンプリング測定やその不確かさ評価、チップ発熱の影響評価などを行う予定である。

参考文献

- [1] C. A. Hamilton, *et al.*, IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 44, pp. 223–225, Apr. 1995.
- [2] H. Yamamori, *et al.*, IEICE Trans. Electron., vol. E95-C, no. 3, pp. 329–336, Mar. 2012.
- [3] M. Maruyama, *et al.*, Proc. Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2014), to be published, Aug. 2014.
- [4] 天谷他, 2014 年度春季低温工学・超電導学会講演予稿, 2D-a09.