

サブミリ波分光に向けた超伝導多ビット自己相関器の研究

Study of Superconducting Multi-bit Autocorrelator for Submillimeter Wave Spectrometry

横国大院工, [○]小箱紗希, 山梨 裕希, 吉川 信行

Graduate school of Engineering, Yokohama National Univ.

[○]Saki Kobako, Yuki Yamanashi, and Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: kobako-saki-zr@ynu.jp

1. はじめに

電波天文学においてサブミリ波を用いた解析が行われており、受信機から解析用回路まで超伝導素子を用いる解析システムが研究されている[1]。図1に電波分光観測装置の模式図を示す。単一磁束量子回路を用いて解析用回路を構成することで、消費電力の低減が見込まれ、また解析用回路を数十 GHz で高速動作させることが可能になり、ミリ波・サブミリ波の解析速度の向上に応用できると考えられている。

本研究ではリアルタイムでのサブミリ波の解析に向けて、解析用回路の中でも自己相関型分光器に用いられる自己相関器の多ビット化についての設計及び評価を行った。

2. 2ビット超伝導自己相関器の設計および評価

自己相関型分光器は図1における分光器の部分に設置される。入力信号をアナログ/デジタル変換器(ADC)でデジタル信号に変換したのちに自己相関器に入力信号を入力し自己相関関数を出力する。自己相関器はDelay Flip-Flop(D_n)によって構成されたシフトレジスタにデジタル信号を保持することで遅延を発生させ、データ間で排他的論理和(XOR)を計算することによって自己相関関数を出力する。

A/D変換を1ビットで行った場合、A/D変換時における信号対雑音比(S/N比)が小さくなり、分光器の性能が落ちるといった問題点がある。そこで分光器の性能向上に向けて、多ビットADCに対応した自己相関器について検討し、図2で示すような2ビットADCに対応した2ビット1チャンネル自己相関器をAIST-ADP2プロセス[2]を用いて設計した。図2の回路は x_1, x_0 の2ビットの入力信号から計算した自己相関係数 C_1C_0 を出力する回路である。設計した2ビット1チャンネル自己相関器は、自己相関を導出する部分のみのシミュレーションでは52.4 GHz、上部のシフトレジスタを接続した全体での動作周波数は30 GHzとなった。設計した2ビット1チャンネル自己相関器の詳細と測定結果については当日発表する。

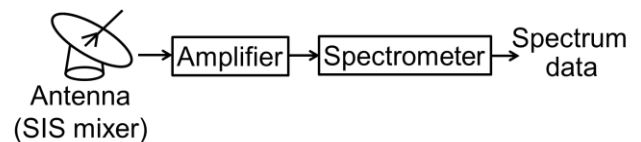


図1. 電波分光観測装置の模式図

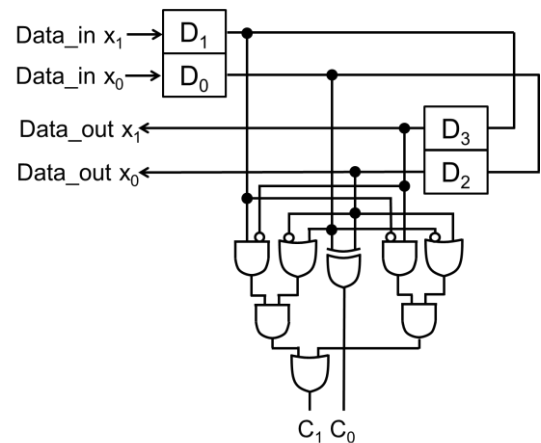


図2. 2ビット型1チャンネル自己相関器の回路図

3. 謝辞

本研究はJSPS 科研費 26220904 の助成を受けたものである。また本研究に使用された回路は、産業技術総合研究所(AIST)の超伝導クリーンルーム(CRAVITY)において、AIST-ADP2 プロセスを用いて作製された。

4. 参考文献

- [1] I. V. Vernik et al., "Integrated Millimeter/Submillimeter Superconducting Digital Spectrometer," IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 15, pp. 419-422, 2005
- [2] S. Nagasawa et al., "Nb 9-layer fabrication process for superconducting large-scale SFQ circuits and its process evaluation," IEICE Trans. Electron., vol. E97-C, pp 132-140, 2014.