

低温高周波部品・素材の高精度計測技術と品質保証

Accurate measurement technology and quality assurance for RF-component and related materials at low temperature

荒川 智紀^{†‡} 昆 盛太郎^{‡†} 金子 晋久^{†‡}

Tomonori ARAKAWA[†] Seitaro KON[†] and Nobu-Hisa KANEKO[†]

[†]産業技術総合研究所 量子・AI融合技術ビジネス開発グローバル研究センター

[‡]産業技術総合研究所計量標準総合センター 物理計測標準研究部門

概要

量子コンピュータシステムには、室温部の高周波制御装置と極低温の量子チップの間で高周波信号を伝送するために、数多くの高周波部品が含まれている（図1）。しかし、そのほとんどは低温環境下での特性が保証されていないのが現状である。仮に、多数の高周波部品が組み合わされた回路の一部で予期せぬ動作不良が発生すれば、量子コンピュータの大規模化を律速することは明白である。そのため、品質が保証された低温高周波部品のサプライチェーンを構築することが求められている。

室温の高周波計測では、まず市販の校正キットを用いてベクトルネットワークアナライザとテストリードからなる測定系を校正し、高周波部品の反射・伝送特性や素材の材料定数を評価する。しかし、低温環境下においてはこのような校正手法が十分に確立していない。そこで我々は、独自に校正手法を開発し、4 K から 300 K の任意の温度において2ポートの反射・伝送特性評価を可能にした（図2）。本技術は様々な低温高周波部品に対応できる汎用的なものであり、サプライチェーンの構築において重要な役割を果たすと考えている。また、本技術は量子・AI融合技術ビジネス開発グローバル研究センターのハードウェアテストベットの中で運用していく予定になっている。

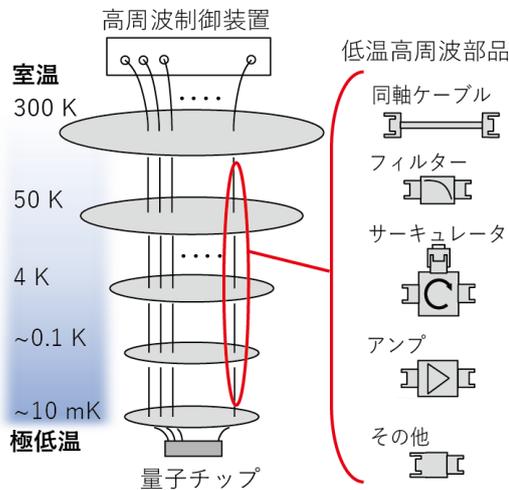


図1 量子コンピュータシステムの概念図

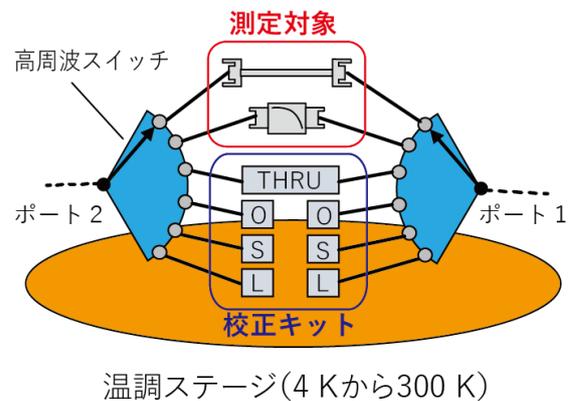


図2 低温高周波校正の概念図

Abstract

Quantum computer systems contain many high-frequency components to transmit high-frequency signals between the room temperature electronics and the cryogenic quantum chip. However, most components are not guaranteed to have characteristics in low-temperature environments. Therefore, it is necessary to establish a supply chain of low-temperature high-frequency components whose quality is guaranteed.

An important issue is the establishment of calibration methods to evaluate the microwave scattering parameters (S-parameter) of each component at the low temperatures. Therefore, we have developed a measurement method to obtain calibrated S-parameter over a wide temperature range of 4 K to 300 K. This method enables unified characterization of various components and contributes to the establishment of the supply chain.