シリコン量子ドットの高帯域測定に向けた極低温アンプの評価

Characterization of a cryogenic amplifier for higher bandwidth measurement of silicon quantum dots

東京工業大学　○(M1)西山 伸平，小林 瑞基，溝口 来成，小寺 哲夫

Tokyo Institute of Technology

○Shimpei Nishiyama, Mizuki Kobayashi, Raisei Mizokuchi, Tetsuo Kodera

E-mail: nishiyama.s.ac@m.titech.ac.jp

シリコン量子ドットは、従来の半導体デバイス製造技術との整合性が高く、かつ長いコヒーレンス時間を保持することができ、将来有望な量子情報デバイスへの応用が期待されている[1]。コヒーレンス時間内でデバイスの量子状態の読み出しや操作を行うために、高帯域での測定が求められている。

量子ドットデバイスの量子状態を読み出す手法の一つとして、透過信号による抵抗値の測定が挙げられる。通常、この測定方法だとデバイスが高いインピーダンスであることと室温部までの同軸ケーブルによって形成される寄生容量や RC 時定数によって、高帯域の周波数で読み出しを行うことが困難である。そこで本研究では、より高帯域の周波数を用いた測定に向けて、図 1 (a)のように、測定対象物（DUT: Device under test）と同一基板上に極低温アンプを作製し、評価を行った。極低温アンプは、シリコン量子ドットとの集積化に有利な Si-MOSFET を 2 つ用いた。この回路は、前段のソース接地回路で信号を増幅し、後段のソースフォロア回路で出力インピーダンスを下げる役割をする 2 段構成となっている。図 1 (b)は、図 1 (a)の DUT の部分で 1MΩ の抵抗を量子ドットデバイスの代わりに用いたときの結果である。極低温アンプありの場合、なしの場合の約 10 倍の数 kHz まで帯域を伸ばすことができた。構築した高帯域測定系を用いて、量子状態の読み出しを行っていく。

本研究は、JST CREST(JMPJCR1675)、MEXT Q-LEAP の助成を受けて遂行された。

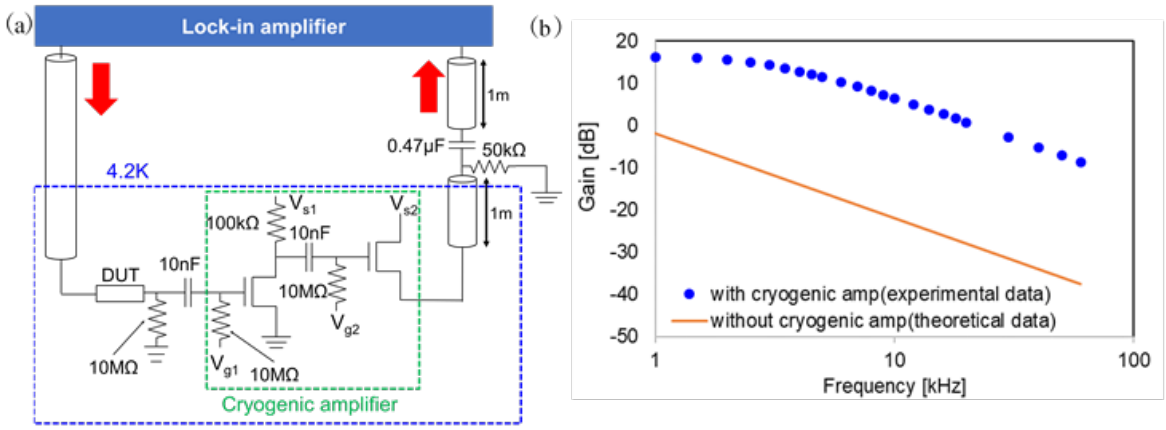

Fig.1 (a)Schematic of experimental setup. Red arrows show the direction of the transmission signal. (b) Voltage gain versus frequency at the input voltage of 1mV.

[1] M. Veldhorst et al., Nature 526, 410-414 (2015).

© 2019年 応用物理学会