# 単一データライン上の量子ドット状態読み出しに向けた信号多重化についての研究

## Signal multiplexing for readout of quantum dot states on a single data line

東工大　°平山　勝登、溝口　来成、田所　雅大、小寺　哲夫
Tokyo Tech., °Masaru Hirayama, Raisei Mizokuchi, Masahiro Tadokoro and Tetsuo Kodera
E-mail: hirayama.m.ae@m.titech.ac.jp

シリコン量子ドットを用いたスピン量子ビットは、コヒーレンス時間が長く、従来の半導体加工技術との整合性が高いため、量子ビットの有力な候補として期待を集めている[1]。このような量子ドットデバイスでは、極低温下において量子状態を高速に読み出す手法として RF 反射測定が用いられている[2]。RF 反射測定では数百 MHz のシグナルを用いた高速な読み取りが可能なため、短い時間分解能を要するスピン状態の読み出しに適している。近年、2 次元的に集積化された量子ビット読み出しのため、各量子ビットに制御トランジスタを配置した DRAM に近い構造が提案されている[3]。この構造では、各データラインは周波数により多重化された反射測定が可能であるが、各ワードラインは制御トランジスタのオンオフが必要となるため、読み出しに時間を要する。

本研究では Fig.1 に示すように、2 つの量子ドットそれぞれに対して異なる値のインピーダンスを直列及び並列に挿入し、RF 反射測定の多重化についての評価を行った。量子ドットの量子状態の変化をキャパシタンスの変化と仮定し、各ドットのキャパシタンスをそれぞれ変化させた場合と両方変化させた場合で計算を行い、異なる反射係数が得られることが確認された(Table 1)。この信号の変化を利用することにより、同一データライン上において信号の多重化が可能になると期待できる。

本研究は、JST CREST (JPMJCR1675)、MEXT Q-LEAP(JPMXS0118069228)、科研費(18K18996, 20H00237)の助成を受けて遂行された。

[1] M. Veldhorst et al, *Nature* **526**, 410 (2015)
[2] R. J. Schoelkopf et al. *Science* **280**, 1238 (1998)
[3] S. Schaal, et al., *Nature Electronics* **2**, 236 (2019)

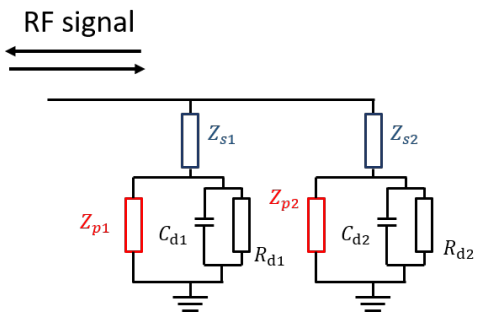


Fig.1 Circuit for RF reflectometry with multiplexing on a single data line. $C_d$ and $R_d$ represent quantum dot impedance. $Z_s$ (blue) and $Z_p$ (red) are impedances in series and parallel for each quantum dot, respectively.

Table 1 Reflection coefficient dependence on quantum dot states. A quantum dot state of "0" indicates that it has no charge, and a state of "1" indicates that it has a charge.

| Dot1 | Dot2 | $\Gamma\ (\times 10^{-3})$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | $1.4-4.1j$ |
| 0 | 1 | $0.94-1.7j$ |
| 1 | 0 | $-1.8+0.037j$ |
| 1 | 1 | $-2.2+2.4j$ |

© 2020年 応用物理学会