

ミックスモード伝送による RF 反射測定のクロストーク低減

Reducing the effects of crosstalk in RF reflectometry by using mixed-mode transmission

東工大¹, [○]町田 理人¹, 溝口 来成¹, 米田 淳¹, 戸村 崇¹, 小寺 哲夫¹

Tokyo tech¹, [○]Masato Machida¹, Raisei Mizokuchi¹, Jun Yoneda¹, Takashi Tomura¹, Tetsuo Kodera¹

E-mail: machida.m.ac@m.titech.ac.jp

半導体量子ドット中のスピン量子ビットは、物理的な小ささと長いコヒーレンス時間から集積化の観点で有望視されている。量子ビットの読み出しには、低雑音な測定手法である RF 反射測定がよく用いられる[1]。実用的な量子演算には数千万規模の量子ビットが必要と考えられるが、集積した系では隣り合う配線間のクロストークにより正確に読み出せない課題が想定される。

本研究では RF 波の伝送線路であるマイクロストリップライン(MSL)間でのクロストークを低減するために RF 反射測定にミックスモードの利用を提案し、電磁界解析ソフト(Ansys HFSS)でその効果について検証した。ミックスモードでは複数の線路の差動モードと和動モードにより信号を伝達する。ミックスモードでは隣接する伝送線路との結合を考慮しており、差動と和動の重ね合わせにより片方の伝送線路のみを励振したときの結果を計算できる。初めに図 1 に示すように量子ビットに対応した LCR 回路が先端に接続された MSL を 2 本並べ、S パラメータを解析した(図 2)。次にミックスモードを利用したときの S パラメータを解析した(図 2)。図 2 より密に量子ビットを集積した場合に必要な、MSL 間隔が 0.1 mm 程度以下の領域では大きなクロストークが観測されているが、ミックスモードによりその影響を低減出来ていることがわかる。この結果から、密に量子ビットを集積した場合でも、ミックスモードを利用することで RF 反射測定におけるクロストークの影響を抑制できる可能性を示した。

本研究は、MEXT Quantum Leap Flagship Program (MEXT QLEAP) Grant No. JPMXS0118069228, JST Moonshot R&D Grant Number JPMJMS2065, JST CREST (JPMJCR1675), 科研費(JP20H00237, JP20K15114)の助成を受けて遂行された。

[1] Simon Schaal *et al.*, *Nature Electronics* **2**, 236-242 (2019)

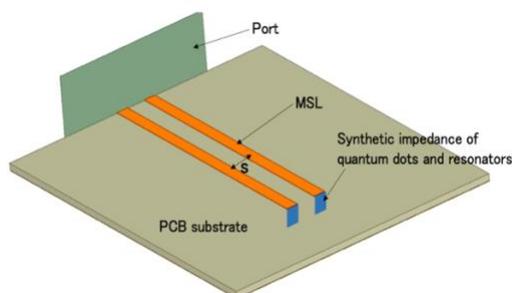


Fig. 1. Analytical model of reflection measurement with LCR circuits corresponding to quantum dots at the end of MSLs.

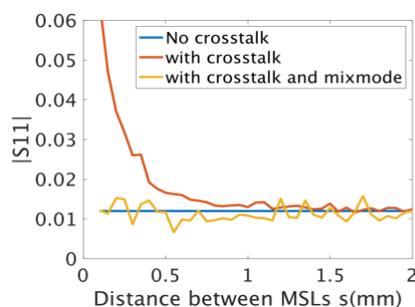


Fig. 2. Comparison of the reflection coefficients with and without crosstalk, and the one when using the mixed mode with crosstalk.