

FinFET を用いた共通ゲートを持ったスピン量子ビットの提案

Spin qubits using FinFETs

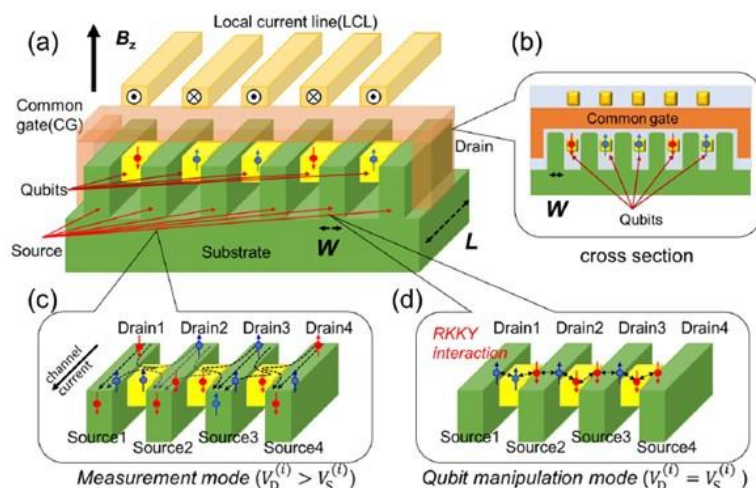
帝京大理工¹, 理研² ○棚本 哲史¹, 大野 圭司²

Teikyo Univ.¹, Riken², °Tetsufumi Tanamoto¹, Keiji Ono²

E-mail: tanamoto@ics.teikyo-u.ac.jp

これまで、スピン量子ビットを用いた提案がすでに多くなされているが、これまでに提案されたスピン量子ビットのほとんどは、制御するために多くの配線が必要とする。複雑な配線は、量子ビットがチップに多数統合されたときに、重大な「配線のジャングル」問題が発生することが想像される。一方で、現状のスピン量子ビットが低温でしか動作しないことを考えると、スマートフォンのように大量に生産することは難しく、サーバーセンターなどユーザー数が限られる。これはすなわちゼロから新しい構造を作るのはコスト的に見合わない可能性がある。

ここでは、FinFET デバイスに埋め込まれたスピン量子ビットを理論的に検討した結果を報告する。図に示すように FinFET の共通ゲート電極を共有する。そして量子ビット間の相互作用は、Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida (RKKY) 相互作用を利用する。スピンを制御するために、素子全体に一樣な磁場をかけると同時に各量子ビットの上に電流配線を通し、局所的な磁場が量子ドットにかかるようにする。共通ゲートによりチャンネル内のフェルミ面の位置を制御し、量子ドット内エネルギー準位との相対的な位置関係により、スピン制御モードと測定モードを切り替える。スピンの制御はソースとドレインは同電位に保ち、二種類の磁場の動的操作によって、スピンの向きを変える。測定は、スピンの状態によって、量子ドット内の電位が変化することを利用する。本構造は、従来 FinFET を使うことにより、製造コストを抑え、かつ共通ゲートの利用により、「配線のジャングル」問題への糸口を探るものである。



参考文献：T. Tanamoto, K. Ono, “Compact spin qubits using the common gate structure of fin field-effect transistors”, AIP Advances 11, 045004 (2021).

(*) この研究の一部は MEXT Q-LEAP(JPMXS0118069228)によって行われた。感謝いたします。