

モンテカルロ法を用いて有機トランジスタのばらつきを考慮した論理回路の設計

趙 勝一

山形大学 有機材料システム研究推進本部

専門分野・キーワード：集積回路設計、有機トランジスタ、フレキシブル有機 EL ディスプレイ



自己紹介：有機トランジスタの集積回路設計及びプロセス開発中心で研究を進めています。機械学習(AI)によるモデリング、あるいは製品出口及び実証研究に興味のある方との連携を希望しています。

私達はフレキシブル有機 EL ディスプレイの製造コストを削減し、モジュール構造の簡素化を目指し、有機トランジスタ (OTFT) を用いたゲートドライバの開発を進めている。OTFT を用いたゲートドライバなどの論理回路を効率的に開発するために OTFT をモデリングした回路シミュレーションが必要である。本研究では、モンテカルロ法を用いて OTFT のばらつきを考慮した論理回路設計を行った。p 型有機半導体 (ウシオケミックス株式会社) を用いたドロップキャスト法により OTFT を作製した。OTFT 電気測定データから最小二乗法を用いて OTFT のパラメータ抽出及びモデリングを行った (図 1)。次に、OTFT モデルを用いて Pseudo-CMOS 論理回路をインバータ (図 2)、NAND (図 3)、4 ビットシフトレジスタ (図 5) を設計し、LTspice を使用して 1kHz クロックでシミュレーションした。OTFT の移動度ばらつきの影響を考慮するためにモンテカルロ法を用いて、192 個の OTFT の移動度値をランダムに発生させ 50 回のシミュレーションを行った (図 5)。移動度ばらつきの範囲が $\pm 11\%$ 以内であれば 4 ビットシフトレジスタが正常に動作できることが分かった。

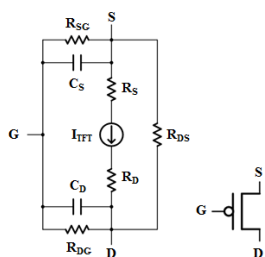


図 1. OTFT のモデル

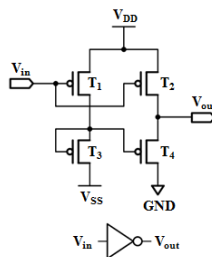


図 2. Pseudo-CMOS inverter

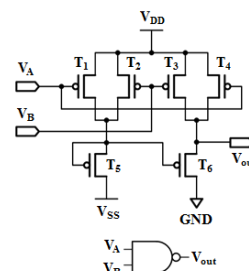


図 3. Pseudo-CMOS NAND

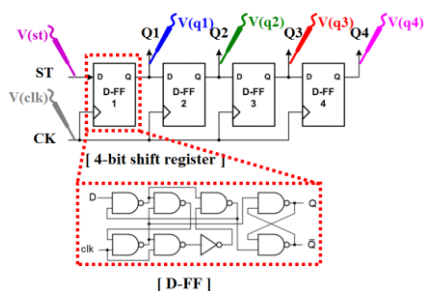


図 4. Pseudo-CMOS 4-bit shift register

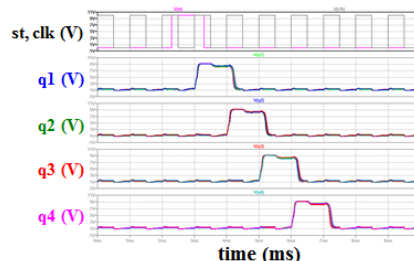


図 5. 移動度のばらつき： $\pm 11\%$