

次世代 TCAD (1) 複数デバイスと回路の強連成による一括解析

Strong-Coupling Analysis Method for Multiple Devices and Circuit

アドバンスソフト株式会社 [○]原田 昌紀, 桑原 匠史, 大倉 康幸, 山口 憲, 小池 秀耀

AdvanceSoft Corporation, [○]Masanori Harada,

Takuhito Kuwabara, Yasuyuki Ookura, Ken Yamaguchi, Hideaki Koike

E-mail:harada@advancesoft.jp

回路解析において半導体素子の電流－電圧特性はそれを特徴づける複数のパラメータにより定義される回路モデルとして計算に取り込まれる。回路モデルは解析的に理想的なデバイスを想定しているため、複雑形状や不純物分布におけるばらつきなどを正確に考慮することはできない。

これらの精度を上げるために、半導体素子の特性を回路モデルとしてではなく直接デバイス解析により求めその結果を回路解析にフィードバックさせる、という発想に基づく手法が用いられることが一般的である。最も単純には、素子の両端の電位を入力としてその電流値を回路モデルで計算する代わりにデバイスシミュレーションでの計算に置き換えるという手法がある。この場合、数値計算上は回路解析の方程式とデバイスシミュレーションの方程式は弱く連携しており（弱連成）、回路全体としての収束解が得られるまでに、計算コストがかかるデバイスシミュレーションが複数回実行されることになる。

今回、デバイスシミュレーションの構成方程式と、外部回路の方程式を、数値計算上一括して解く手法を開発した（強連成）。これにより回路全体としての収束解を得るまでの反復計算回数を大幅に削減することが期待できる。

検証計算として、Fig. 1 に示すモータの制御デバイスの過渡解析を両連成手法で実施した。本解析ではモータの逆起電力が電源電圧を超えた時に保護用ダイオードへ電流が流れる現象を再現する。モータと外部抵抗を回路モデルとし、NMOS スイッチと逆起電力保護用ダイオードをデバイスシミュレーションモデルとして計算した。両手法において、NMOS スイッチ OFF ($V_G=0V$) 直後からの電流値の変化として Fig.2 に示す同一の結果が得られることが確認できた。この際、強連成一括手法では弱連成手法と比較して 20 倍の計算速度向上を達成した。

謝辞：本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構 A-STEP プログラムの助成を受けて行われた。

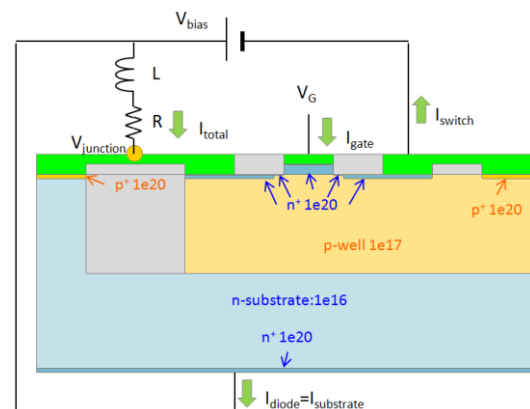


Fig. 1. Example of the multiple devices and circuit analysis.

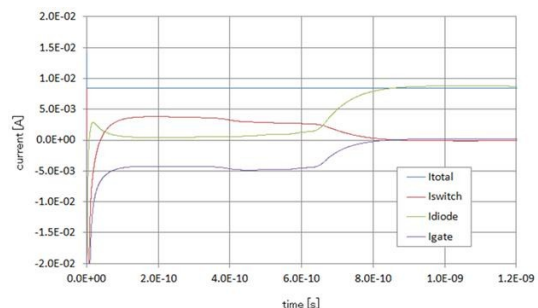


Fig. 2. Time variations of currents by the strong-coupling analysis.