

# ケルビン測定法の検討

茶川徹雄 寺田和夫  
(広島市立大学大学院 情報科学研究科)

## 1. はじめに

MOSFETの微細化に伴い、大量の同一MOSFETの特性を測定して、その特性ばらつきを把握することが重要になっている。そのため、デコーダを用いて共通探針用パッドから大量の同一MOSFETを測定できるようにしたDMA(Device Matrix Array)回路が提案されている。しかし、DMAではスイッチングに用いられるトランスファゲートの寄生抵抗の影響により、通常の方法では正確な測定はできない場合がある。本研究ではケルビン測定法を用いてトランスファゲートの影響を除く方法について検討する。

## 2. ケルビン測定法

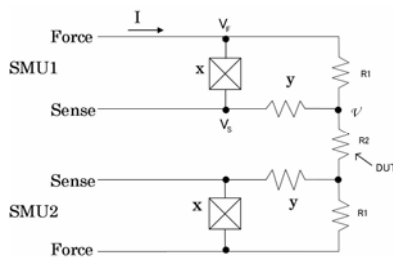


図1. 測定器の保護回路図

図1にケルビン測定法の構成図を示す。ケルビン測定法ではSense側を高抵抗にしてDUTにかかる電圧を検知し、その値が目的値になるようForce側に電圧をかけ直列抵抗R1の影響を除く。ただ通常のケルビン測定法を採用した測定器では図1のxで表されるようにForceとSenseの間に保護回路として抵抗が入る[1]。これはSense側が絶縁しているとForce側への印加電圧が測定器の能力の限界まで増大してしまうのを防ぐためである。通常の測定器ではxはR1と比較し十分大きいのでSenseに電流が流れることはない。しかし、DMA回路ではR1がトランスファゲートであるためSenseに電流が流れる場合がある。そのため、DUTへの印加電圧 $v$ と見かけの印加電圧 $V_s$ に差が生じる。

この問題を改良するため、センス側には高抵抗の電圧計を用い、その値を計算機を介してフィードバックする。そのため、保護回路xが無くてもSense側の異常を検知し、ケルビン法と同じフィードバックを掛けることができる。

## 3. 結果と考察

DMA回路に組み込まれたチャンネル長 $L=0.4\mu\text{m}$ 、チャンネル幅 $W=6.0\mu\text{m}$ のMOSFET16個を、電源電圧2.0V、ドレイン電圧0.1V、ゲート電圧0.4V~2.0Vという条件で測定した。その際に

故意にケルビン測定法無しの測定器による測定も行い、測定器HP4156Aに付属したハード的ケルビン測定法、本提案方式のソフト的ケルビン測定法、以上3つを比較した。

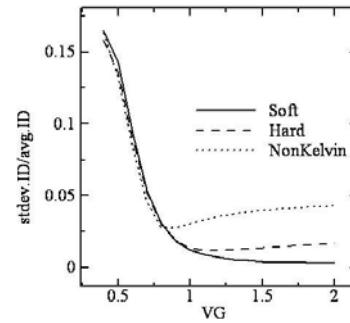


図2. 測定法の比較図

図2にゲート電圧に対するドレイン電流のばらつき割合を示す。DUTのしきい値電圧( $V_{th}$ )は約0.52Vである。それを超えた範囲でゲート電圧が上昇するにつれ、ばらつきが小さくなっていることが確認できる。VG=2.0V時での電流ばらつきはハード的測定法で1.76%、ソフト的測定法で0.313%である。ソフト的測定法の電流値のばらつきのうち約86%は $V_{th}$ のばらつきによるものと見積もれる。

同様の条件で $L=0.5\mu\text{m}$ 、 $0.6\mu\text{m}$ のMOSFETも測定した。しかし、電流値のばらつきに差は見られなかった。これにより $L=0.4\sim 0.6\mu\text{m}$ の範囲では、電流値のばらつきはチャンネルの長さには大きな影響を受けないということがわかった。

この手法はドレイン電圧が目的値に収束するまで検知と測定を繰り返すため、測定に時間がかかる。ゲート電圧を上記の条件でスイープした場合、ハード的ケルビン測定法よりも300倍程の時間がかかり、VG=2.0Vの時に28回の測定回数を要した。今後はハード的測定法との組み合わせDMAの改良で時間の問題を解決する予定である。

## 4. 結果と考察

本研究では従来のハード的ケルビン測定法の問題点を明らかにし、ソフト的測定法を用いることでそれを改良できることを示した。しかしソフト的測定法のみでは時間がかかるため、両者をうまく組み合わせ、高速高精度の測定をすることが今後の課題である。

### 参考文献

- [1] 向 建宇, “ばらつき評価用試験回路の検討”, 電気・情報関連学会中国支部連合大会 2006