

SDL法によるLSI回路のダイナミック故障解析

伊藤 誠吾, 坂井 太一

要旨

最近、LSI をダイナミックに動作させた状態でレーザビーム光をLSIチップに照射し、機能テストの Pass/Fail 信号をモニターすることで故障解析を行う SDL(Soft Defect Localization)法という新しい手法が提案された。LSI 動作のギリギリの状態に電圧や周波数を設定し、レーザの照射熱で抵抗やトランジスタ特性を変化させて、回路の異常や信号のクリティカルパスを見つけ出す方法である。本報告はSDL法をシステムLSIのSRAMマージナル不良解析に適用してSDL法の有効性を示した。

1. はじめに

赤外レーザ光をスキャンさせて故障解析を行う手法としてOBIRCH(Optical Beam Induced Resistance Change)法[1]がある。OBIRCH法はレーザ照射熱による抵抗変化を検出してメタル配線のボイドやコンタクト異常を非破壊で検出できる方法である。また、最近では、温度勾配で生じる熱電効果やトランジスタ特性変化など、抵抗変化以外のパラメータの変化を捕えられることが確認され、飛躍的に応用範囲が広がってきた。[2]しかしながら、本手法ではLSIをダイナミック動作させた状態での故障解析はできない。

2000年に入り従来のスタティックな状態の故障解析に変わり、ダイナミック動作させた状態でLSIの異常を検出する新たな解析手法が提案された。それらは、RIL(Resistive Interconnection Localization)法[3]とSDL(Soft Defect Localization)法[4]で、AMD BruceやSandia Coleらにより提案された。

RIL法はレーザ照射熱による抵抗変化を検出し、SDL法は抵抗以外の熱電効果やトランジスタ特性の変化も検出しPass/Failの信号として取り出すやり方である。つまり、SDL法はRIL法の検出範囲を包含する。

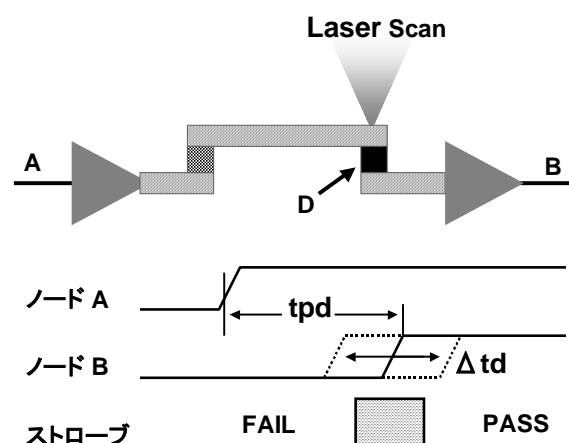
本報告では実際にシステムLSIの故障解析に適用してSDL法の有効性を示した。

2. SDL法の原理

レーザ照射熱によって、一般的にメタル配線やビア

コンタクト抵抗は温度上昇に比例して抵抗増加する。すなわち、正の温度係数(以下TCR: Temperature Coefficient of Resistanceと言う)を示す。しかし、抵抗率が $100\sim 150\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以上になると負のTCRを示すようになる。[6]また、トランジスタ特性は印加されるゲート電圧によって温度特性が異なり、飽和領域は高温で移動度が低下してIDSが減少し、逆にサブスレッシユホールド領域ではリーク電流が増加する。

SDL法はこれら正/負TCRやトランジスタ特性変化を機能テストのPass/Fail信号としてモニターして、PassからFailへの変化(以下Fail反応と言う)、或いはFailからPassへの変化(以下Pass反応と言う)を捕らえて解析する方法である。



〈図1〉 SDL法の原理