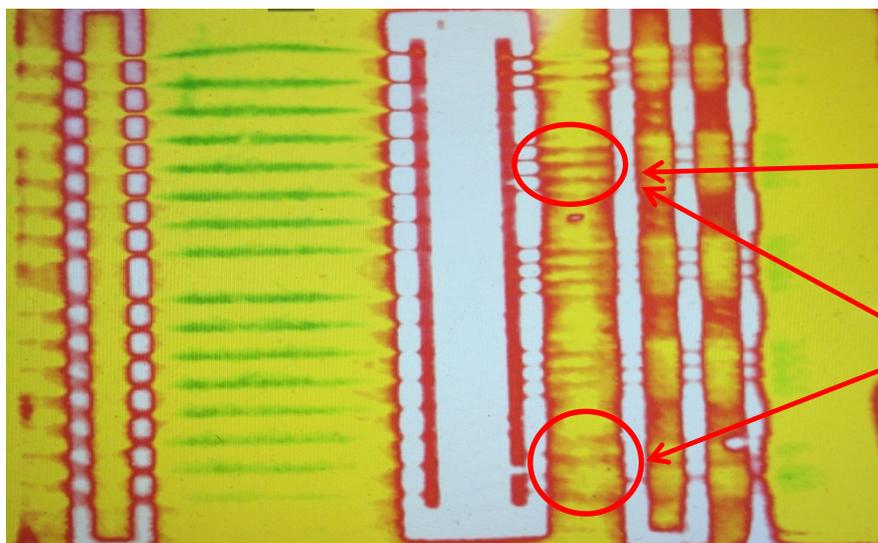


チップ金線温度の研究

温度が高すぎるとチップが焼損して金銭が焼切られるが、大半のユーザーが当然のように「焼損」とは「融解」のことであると考えているが、実際はそうではない、チップは全て珪素と金属から作られており、コアの温度は最大でも100℃未満であり、これしきの温度で金属を溶かせものだろうか？本当の原因は、金線内部の電子の移動や熱伝達によってチップの短路又は開路が発生したためである。どのようにしてこれらの潜在的なリスクを検査するのか？どのようにしてこのような問題の発生を効果的に制御するのか？特に高電力チップの研究開発において、ハイエンドシリーズサーモグラフィはこのような問題を解決するための効果的な手段を提供した。



金線の直径は100μmである

図の比較から、定性的に、処理パワーが異なるか又は電流密度が異なる金線の温度に明らかな差があることが定性的に理解できる。

図1 TiXシリーズミクロンレベルチップに対するHD画像形成

金線が「溶断」した原因

・エレクトロマイグレーション

電流密度が高い導体上では、電子の流れは多くの運動量を生み出し、このような運動量が金属原子上に作用する時、一部の金属原子を離脱させて金属表面からあちこちに逃がした結果、元の滑らかな金属配線の表面をでこぼこした不均一にし、永久的な損傷を招くことになる。このような損傷は次第に蓄積するプロセスであり、この「でこぼこした不均一」がある程度まで多くなった時、チップ内部の導線の回路切断や短路がもたらされ、最終的にはチップを損壊させる。温度が高ければ高いほど、電子の流れが生み出す作用も大きくなり、チップ内の一本の経路を徹底的に破壊する時間も短くなり、即ちチップの寿命も短くなる。これこそが高温によってチップの寿命が短縮される本質的な理由である。

・熱伝達

温度がこの作用に対し及ぼす影響は絶対的であり、温度が高ければ高いほど、この作用は明らかである。異なる物質の同種の材料（又は異種の材料）中の拡散速度は異なる。これにより、材料は界面で材料特性の連続性に問題を引き起こし、深刻な場合には、材料特性又は機能が低下し、さらには機能が完全に失われることになる。エレクトロマイグレーションと同様に、最終的に現れる結果は同様に短路であり、開回路である可能性もあり、具体的な構造に応じて決定する。

赤外線サーモグラフィ検査が必要である理由

- 1、金線温度の検査：通常金線の直径は全てミクロンレベルであり、現在の市場におけるその他の検査方法ではいずれもこのような小さなターゲットに対して正確に温度を測定できないが、一方でハイエンドシリーズサーモグラフィは32ミクロンのターゲットに対し正確に温度を測定できる。
- 2、回路設計：ヒートマップによって、チップのあるピンに、電流密度が大きすぎて発熱がもたらされることを迅速に発見できる。これに基づき回路設計を行う。
- 3、放熱設計：ヒートマップによって、放熱不良によって引き起こされる熱量蓄積のエリアを迅速に発見でき、当該エリアの放熱に対し改造を行い、熱伝達を改善する。
- 4、溶断リスクの検査：電子の移動は金線表面をでこぼこした不均一にし、このため金線表面の放熱状況が異なるようになり、ヒートマップ上には発熱の不均一が現れる。発熱が不均一であればあるほど、電子の移動がよりひどくなり、「溶断」リスクがより大きくなるということが明らかになった。

テストケース

検査の要件

異なる電流下での電子の移動状況、即ち金線上の温度分布の状況を検査する。

比較試験は以下のとおりである：



図2 問題のあるチップ

問題点

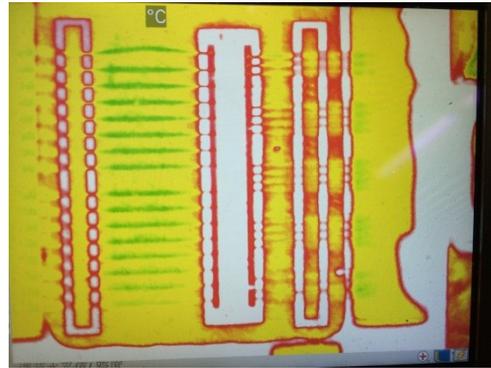


図3 正常なチップ

検査の結果

図2は問題のあるチップであり、上部に電流が集中しすぎている。上部の金線のチップ端部の近くで過熱が引き起こされ、下部温度は基本的に基板と同一であることが明らかである。

図3は正常なチップであり、基本的に金線の温度はより平均的である。

検査の分析

金線上の温度分布の均一性を知るためのより良い方法は定量分析であり、機器に付属の分析機能によって各金線上の最高温度及び最低温度を読み出し、それにより線上の最大温度差を取得する。



図4 ヒートマップ分析

検査の難点及び解決方法

難点1：ターゲットはわずかに直径100 μ m、長さ2mmである。ターゲットに対し正確に温度を測定すると同時に、はっきりとした画像形成を行う必要がある。

解決方法：ハイエンドシリーズサーモグラフィでは、マイクロ距離3が追加され、32 μ mのターゲットに対し正確に温度を測定することができる。当該ターゲット上に約180個の温度データが取得できる。

難点2：同一ブロックにおける周波数回路基板上の各部分の放射率は異なる。これによって1枚のヒートマップ中の全てのターゲットが実際の温度に反映されないようになる。

解決方法：ハイエンドシリーズサーモグラフィでは、同一のヒートマップの中の異なるターゲットに対し放射率を単独で設定でき、1枚のヒートマップの中に異なる材料の実際の温度を取得できる。

業界への応用

大手チップ製造企業、大学の電子工学専攻、電子工学研究所、大手通信企業

フルーク 特約店営業部

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟6階

TEL : 03-6714-3114 FAX : 03-6714-3115 web : www.fluke.com/ja-jp

デモ貸し出し・見積依頼はこちらから

<http://a.fluke.com/IG-GLOBAL-MULTI-2017-DemoContactRequest-JPJA-LP-Generic>