

長波長CCDカメラによるLSI内部発光の観察

高知工科大学 電子専攻

1140123 仁井田 和樹

[目的]

常温におけるSiのバンドギャップ(1.12eV)からの発光波長は約1100nmである。しかし、欠陥や接合部の電界集中による発光は波長帯域が長波長側にシフトしていくので1100nmの検出器では観察が困難である。

幸いに長波長帯域の発光でもこの波長分布は正規分布するため、僅かながらでも1100nm以下にかかれば発光を観察できる。

実際のLSIに欠陥を作ったり、故意に電界をかけることで、すその発光観察が可能かどうかを実験した。

[サンプル作成]

サンプルLSIはそのままの状態では、樹脂で覆われているため開封作業を行う。LSIの中心部分に穴を開け、アルミテープで密封する(図1)。

次に、発煙硝酸へLSIを漬け込む。取り上げる時間は、およそ5分である。LSIのチップが目視で確認できていれば、アセトン洗浄を行う。これでサンプルが完成した(図2)。



図1 開封作業

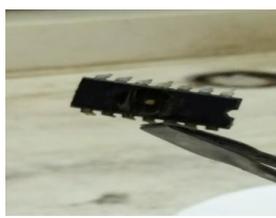


図2 作業完了

[実験方法]

本実験では、ノイズ対策をするためブラックボックスでの作業となる。また、CCDカメラの性能として、BITRAN製、MAX感度1100nmのカメラを使用する。ブラックボックス内での作業は、CCDカメラ内部に熱がこもってしまいCCDカメラの故障の原因となるため、冷却する必要がある。冷却温度を約-16℃と測定して実験を行っていく(図3)。

LSIの正常品と故障品で発光解析で発光に違いが見られるのか観察を行う。故障品は入力I2 3番ピン以外をレーザーで故障させている。本実験では、2つのパターンで実験を行った。

1つ目は、過電圧状態の回路である。正常品と故障品を過電圧状態の回路に接続することで互いに発光場所に関して違いが見つかるのか観察を行う。

2つ目は、負電圧状態の回路である。負電圧も過電圧と同様、正常品と故障品とで発光場所に関して違いが見つかるのか観察を行う。

また、Vdd電源は5.0Vと固定状態にし、入力電圧を-1.0~6.0Vに変化させた時の発光を観察する(図4)。



図3 作業環境

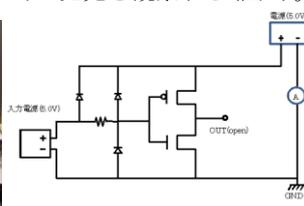


図4 測定回路サンプル

[実験結果]

正常品の異常発光箇所(負電圧)では、ダイオードの発光が検出できた。グラフ結果より、-0.6Vでは微弱な電流が発生している。更に1.3V~3.9VではPchTrとNchTrの論理の反転で電流が発生していることが分かる。最後に、入力5.8VではVdd5.0Vの電圧よりも0.8V高い電圧を持っていることにより、ダイオードのしきい値を超えたため大量の電流が流れている(図5)。

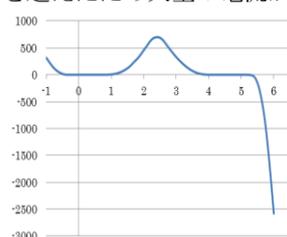


図5 入力電圧/電源電流

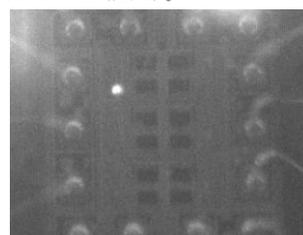


図6 負電圧(正常)発光

故障品の異常発光箇所(過電圧)では、PchTrのゲートを故障させている(図8)。

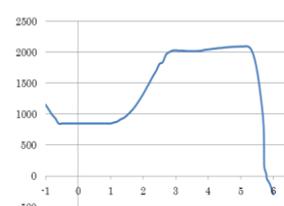


図7 入力電圧/電源電流

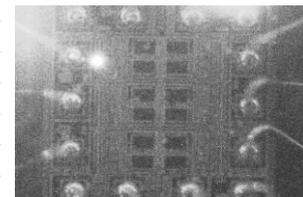


図8 負電圧(故障)発光

正常品と比較すると、故障品は0V状態でも、電流が流れている。考えられる理由として2つのパターンが推測できる。

1つ目は、入力I2 3番ピン以外に故障を作ったが、このピン以外の故障箇所が影響している。

2つ目に、LSI全体にVddは共通した配線であるため、Vdd配線をカット故障させると全体に影響が及ぶ事が推測手できる。

また、1.7Vを境に論理の反転で電流が上昇し、2.4V以降はPchTrのゲートが故障しているため常時ON状態となっている。故障が原因で、この電流を保持している状態となっている。そして5.8Vを境にダイオードのしきい値を超え電流が逆向きに変化し大量に流れ込んでいる(図7)。

最後に、故障品と正常品を過電圧状態にすると、入力ピンの配線直下で発光している。これは、TOSHIBAのデータシートから考察すると、ダイオードが発光していることが推測できた。

[まとめ]

高価な長波長観察用CCDカメラでなくても測定環境の工夫により発光現象を確認できた。この実験で欠陥起因のLSIは電界集中の工夫を行うことで長波長発光を観察できる可能性があり、LSIの故障箇所検出に利用できると考える。今後、各種の欠陥品を作成し、この効果を確かめる。