

プラズマ処理した発光ダイオードの電気的特性

The Electrical Characteristics of Plasma Treated Light Emitting Diodes

ウォン マタイ¹⁾

指導教員 黒木雄一郎¹⁾, 加藤聖隆²⁾³⁾

- 1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室
- 2) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 非常勤講師
- 3) 有限会社サーフクリーン

キーワード: プラズマダメージ

1. はじめに

大規模集積回路 (Very-large-scale Integration : VLSI)におけるエッチングはウェット処理によって行われていたが、半導体デバイスの微細化によりウェット処理では対応できなくなったため、現在はプラズマ処理によってエッチングが行われている。しかし、さらに微細化が進むことでプラズマダメージによる半導体デバイスの信頼性低下が顕著となり、深刻な問題となっている[1]。従来、テストウエハを製作し、プラズマ処理した半導体デバイスの閾値電圧を比較することでプラズマダメージを評価している[2]。この評価方法はテストウエハの製作コストが高く、時間を要する。従って、製造現場に導入することは難しく、低コストかつ短時間でプラズマダメージを評価する手法の要求が高まっている。そこで我々は入手性の高い発光ダイオードを対象に、プラズマ処理したサンプルと未処理のサンプルの電気的特性を比較することでプラズマダメージを評価する手法の確立を目指す。

2. 実験方法

(1)測定サンプル

測定サンプルとして未処理及び、15、30、60、90 秒間大気圧プラズマ処理した赤色・青色・緑色発光ダイオードを用いた。

(2)直流特性の測定

直流電圧・電流源/モニタ(ADCMT、6240B)を GPIB および PyVISA を用いて制御し、I-V 特性の

測定を行った。半導体の自己発熱による特性変化を最小限に抑えるため I-V 特性はパルススイープにより測定した。また、測定サンプルは光学デバイスのため室内照明による特性変化が考えられる。従って、暗箱内で測定を行った。測定は四端子法を採用し、印可電圧-5~5V の間を 0.01V ステップで測定した。また、ダイオードのパルス電流最大定格である 100mA をリミット電流に設定した。

3. 実験結果

図 1、図 2 は赤色発光ダイオードの I-V 特性およびその拡大図である。図 3 は青色、図 4 は緑色発光ダイオードの I-V 特性を示している。処理時間と特性変化に相関性が見られなかったためプラズマ処理したサンプルの I-V 特性をすべて灰色で描画し、未処理の I-V 特性を黒色とした。図 2、図 3、図 4 から赤・青・緑色発光ダイオードの特性に共通して、順方向電圧より大きな電圧を印加した際にプラズマ処理したサンプルは未処理のサンプルより電流を多く流す傾向があることがわかった。赤色発光ダイオードの I-V 特性において 100mA で頭打ちになっているのは測定時に設定した電流リミットのためである。青色・緑色発光ダイオードの I-V 特性に関しては-5~0V の領域においてリーク電流が見られた。また、順方向電圧に達する前から電流が流れているサンプルがあった。

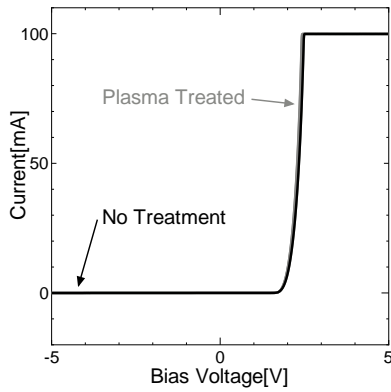


図 1 赤色発光ダイオードの I-V 特性

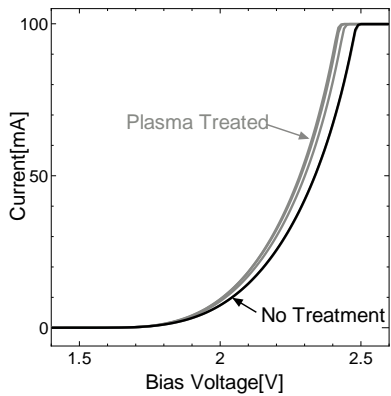


図 2 赤色発光ダイオードの I-V 特性の拡大図

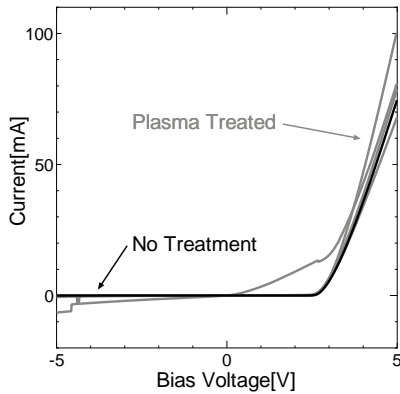


図 3 青色発光ダイオードの I-V 特性

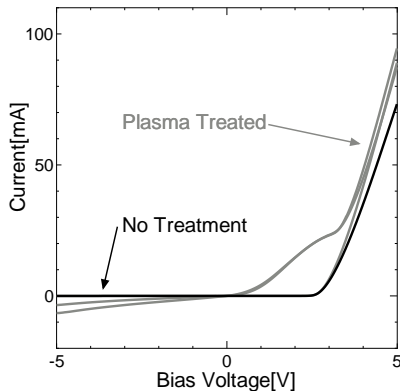


図 4 緑色発光ダイオードの I-V 特性

4. まとめ

製造現場に導入可能な低コストかつ短時間でプラズマダメージを評価する手法の探求のため、プラズマ処理した発光ダイオードの直流特性を測定した。赤・青・緑色発光ダイオードの I-V 特性に共通して順方向電圧より高い電圧を印加した際に、プラズマ処理したサンプルは未処理のサンプルより電流を多く流す傾向があるとわかった。また、プラズマ処理した青色・緑色発光ダイオードの I-V 特性では、負電圧を印加した際のリーク電流増加と順方向電圧に達する前の電流が観測された。処理時間と特性変化に相関性は見られなかったが、発光ダイオードはプラズマ処理によって直流特性に変化が生じるためプラズマダメージの評価に使用できる可能性があることが示唆された。

5. 今後の展望

本研究では赤・青・緑色発光ダイオードの大気圧プラズマ処理時間とそれぞれの I-V 特性の変化に相関性は観測されなかった。そこでサンプル数を増加させて相関性の有無を調査する。また、電気的特性は直流特性と交流特性に分けられるが今回は直流特性のみを報告した。発表当日は、交流特性の評価を加えて報告する予定である。電気的特性の変化によって推定されるダメージ量の妥当性を確認するため、SEM で直接サンプルの断面を観察する。さらに、プラズマ処理したサンプルと未処理のサンプルの発光スペクトルを調査する。

参考文献

- [1] 野尻一男, 水谷巽, “プラズマエッチングによる超 LSI デバイスへのダメージとその抑制”, 応用物理, 64(1995)1115-1119
- [2] H C Shin, Chenming Hu, “Thin gate oxide damage due to plasma processing”, Semiconductor Science and Technology, 11(1995)463