

C-V 測定による $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{p-InP}$ 基板界面の電気特性の評価

Study of the electric characteristics at the interface between Al_2O_3 and p-InP substrate by C-V measurement

東京農工大工 °漆原義文、新田毅、清水大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech, °Yoshifumi Urushibara, Takeshi Nitta, and Hiromasa Shimizu

Email: h-shmz@cc.tuat.ac.jp

[はじめに] 半導体光導波路や導波路型の共振器を形成するにはフォトリソグラフィや電子線リソグラフィによって光導波路パターンを形成し、ウェットエッチングやドライエッチングにより加工する必要がある。InP 基板上的 InGaAsP 活性層からなる半導体レーザは、これまで様々な構造の半導体レーザに加工されている。導波路の加工には一般に反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching; RIE)が用いられ、InP 系材料では CH_4/H_2 によるエッチングと O_2 アッシングを繰り返しながら加工することが一般的である。エッチングにより表面、側壁に結晶欠陥や固定電荷が生じ、側面のリーク抵抗や非発光再結合増加の原因となる。基板表面に生じる結晶欠陥や固定電荷を除去するためにわずかにウェットエッチングを行うことが多い^[1]。そこで、RIE による基板表面の電気的特性を評価するために、p-InP 基板上に MIS 構造を作製し、I-V、C-V 測定^[2]により酸化膜/半導体界面の結晶欠陥や固定電荷密度を評価した。本研究では RIE の有無やウェットエッチングプロセスの有無による結晶欠陥や固定電荷密度の低減効果について検証した。

[実験方法] 評価用の基板として p-InP 基板($\text{Zn} : 3 \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)を用いた。ウェットエッチングには $\text{HCl} (37\%) : \text{HNO}_3 (35\%) : \text{H}_2\text{O} = 10 : 38 : 10$ の混合液(41nm/min.)を用いた。ドライエッチングは $\text{CH}_4 / \text{H}_2 = 9 / 48 \text{ sccm}$, RF バイアス 80W による ICP エッチングと O_2 アッシングを組み合わせ、450 nm エッチングした。エッチングレートは約 20nm/min である。アセトン、エタノールで各 5 分間超音波洗浄したのち、EB 蒸着にて Al_2O_3 絶縁膜を 10nm 堆積した後、メタルマスクを用いて金電極を製膜し、直径 0.3 mm の円形電極パターンを作製した。①RIE を施さず、1 分間ウェットエッチングし自然酸化膜を除去して作製した MIS 構造、②RIE を施し、有機洗浄のみ行い作製した MIS 構造、③RIE を施し 15 秒間ウェットエッチング(～10nm)し作製した三種類の MIS 構造を作製し、I-V、C-V 特性(1 MHz)を評価した。

[実験結果] I-V、C-V 測定結果を Fig.1, Fig2 に示す。Fig.1 より I-V 特性に非対称性が見られ、 Al_2O_3 絶縁膜中に正の固定電荷が含まれることがわかる。負バイアス電圧印加時に着目すると RIE プロセスによってリーク電流が減少した。これは O_2 アッシングによって表面に酸化層が形成され、絶縁性が上がったためと考えられる。さらに、ウェットエッチングを加えることによってリーク電流が増えることがわかった。Fig.2 より、RIE プロセスによって容量値が低下することがわかる。これは基板表面に酸化層が形成されて Al_2O_3 絶縁膜に加わることで、容量が低下したからと考えられる。また、バイアス電圧を -10 V から -3 V の範囲で印加した際の容量の低下が①と比べて緩やかであり、p-InP 基板表面の空乏層に加わる電界が減少したとみられることから、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{p-InP}$ 界面に固定電荷が発生したことがわかる。RIE とウェットエッチングの両方を施した③では容量が①に近づき、表面の酸化層を除去できたとみられるものの、バイアス電圧印加時の容量の低下が①と比べて緩やかであることから、固定電荷を十分には除去できていないものと考えられる。固定電荷の除去にはウェットエッチング時間をより長くすることが有効である。

[謝辞] C-V 測定では鮫島俊之教授にご指導いただきました。

[参考文献] [1] .H. Midorikawa et al, Technical report of IEICE. OPE2001-33, LQE2001-32. (2001). [2] R. V. Galatage et al, Appl. Phys. Lett. **102**, 132903 (2013).

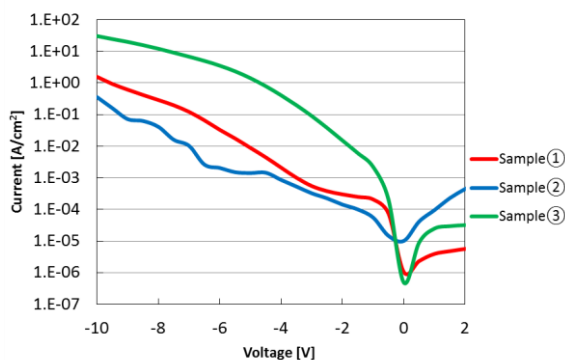


Fig.1 MIS 構造試料①～③の I-V 測定結果

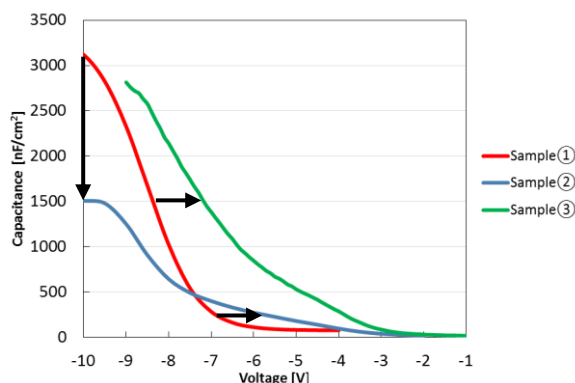


Fig.2 MIS 構造試料①～③の C-V 測定結果