

ゲート絶縁膜耐圧不良のラマン分光法による原因評価

On the Origin of the Gate Oxide Failure Evaluated by Raman Spectroscopy

明治大理工¹、ラピスセミコンダクタ宮城²、学振特別研究員 DC³○横川 凌¹、富田 基裕^{1,3}、水越 俊和²、平野 雄大²、草野 健一郎²、
佐々木 克弘²、小椋 厚志¹Meiji Univ.¹, LAPIS Semiconductor Miyagi², JSPS Research Fellow DC³○R. Yokogawa¹, M. Tomita^{1,3}, T. Mizukoshi², T. Hirano², K. Kusano², K. Sasaki², and A. Ogura²

E-mail: ee11221@meiji.ac.jp

【背景と目的】大規模集積回路の微細化においてゲート酸化膜薄膜化による高速化を実現してきた。一方、その薄膜化によりゲート耐圧およびリーク電流問題は顕在化する。ゲート耐圧不良について OBIRCH で場所が特定された不良箇所をラマン分光法で評価することで、その原因を調査した。

【実験】試料は P 型 Si 基板上に 2.8 nm のゲート酸化膜、および poly-Si を生成し、MOS 構造とした。poly-Si の生成条件は温度 620 °C、SiH₄ 流量を 150,350sccm の 2 条件とし、膜厚 100nm を堆積した。その後、ゲート耐圧測定のプロセスを経て、TEG 測定を実施した。耐圧不良は SiH₄ 流量 150 sccm 試料にのみ観測された。150 sccm 試料から OBIRCH により不良箇所を特定し、ラマン分光測定を実施した。ラマン分光測定は疑似線状光源を用いることで、一度に 1 次元分布を得た。励起レーザーに Nd:YAG レーザ(波長:532 nm)を用い、分光器の焦点距離は 2000 mm、さらにはガルバノミラーを高速駆動させることにより疑似線状化したレーザーを得た。耐圧不良箇所を周辺と比較することで耐圧不良の原因を調査した。

【結果と考察】Fig. 1 に OBIRCH 解析によって得られた耐圧不良箇所の発光像を示す。この領域では発光により耐圧不良箇所が 2 箇所あることが確認された。Fig. 2 に疑似線状光源を用いたラマン分光法により得られたラマン散乱光の強度分布を示す。耐圧不良を起こしている試料に疑似線状光源を照射し測定したところ、耐圧不良がある箇所で高い強度が確認された。Fig. 3 にラマンシフト分布と半値幅分布を示す。Fig. 3 から耐圧不良がある箇所は他の箇所と比べ低波数側にシフトしていることが確認された。この結果から試料の poly-Si 膜で引っ張り歪が増加したことが原因となり耐圧不良が生じたと考察できる。ラマンピークの半値幅には変化がないため、耐圧不良箇所で poly-Si 膜に

欠陥や粒径の変化は生じていないことが確認された。以上より、ゲート絶縁膜の耐圧不良原因として poly-Si ゲート電極の引っ張り歪が影響したことが明らかとなった。

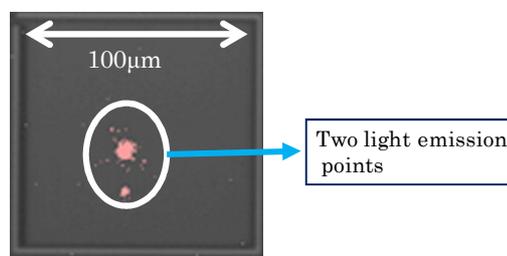
[1] M. Takei *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 52(2012)

Fig. 1 The light emission image obtained by OBIRCH at the MOS capacitor with gate oxide failure.

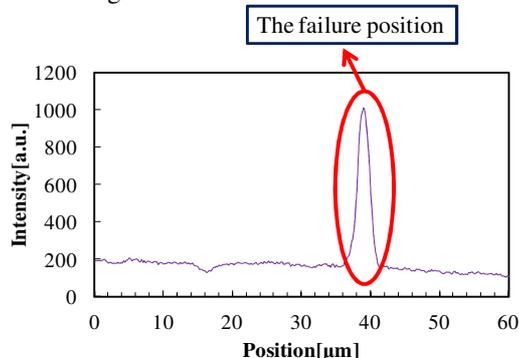


Fig. 2 Raman intensity distribution across the failure position (SiH₄ flow rate 150sccm).

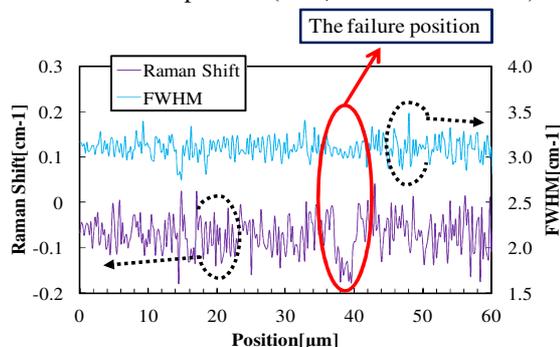


Fig. 3 Raman shift and the full width at half maximum across the failure position (SiH₄ flow rate 150sccm).