20p-D7-6

ZrO_2/Al_2O_3 多層膜ゲート n-GaN MIS ダイオードの界面特性

Interface properties of n-GaN MIS Diodes with ZrO_2/Al_2O_3 multi-layers

福井大学　○樹神 真太郎，徳田 博邦，葛原 正明

University of Fukui , °Shintaro Kodama, Hirokuni Tokuda, and Masaaki Kuzuhara

E-mail: s_kodama@u-fukui.ac.jp

１．はじめに　GaN MISFET は、ゲートリーク電流低減の観点から期待される。しかし、大きなヒステリシスが起こるなどの報告がある[1]。MISFET のゲート絶縁膜には SiN、Al_2O_3、HfO_2、ZrO_2 など各種の膜が用いられ、これらの膜を組み合わせた HfO_2/Al_2O_3 などの２層膜も報告されている[2]。今回我々は、界面準位に優れている Al_2O_3 膜[3]と、高誘電体である ZrO_2 膜を 1 層ずつ交互に堆積した ZrO_2/Al_2O_3 多層膜をゲートとする n-GaN MIS ダイオードを試作し、その C-V 特性を調べたので報告する。

２．実験方法　図 1 に試作した MIS ダイオードの構造を示す。ゲート絶縁膜は ALD 法を用いて堆積させた。1 サイクルを $H_2O/TMA/H_2O/Zr[N(CH_3)_2]_4$、注入パルス時間をそれぞれ 15ms/15ms/15ms/250ms とし、これを 150 回繰り返した。基板温度は 250℃、キャリアガスは N_2、流量は 20sccm である。ダイオードパターンは Φ=100μm の円形である。ゲートバイアスを 5V～-20V 間で掃引し、C-V 特性を測定した。その後、300℃、10 分、N_2 雰囲気中でアニールし、同様の測定を行った。

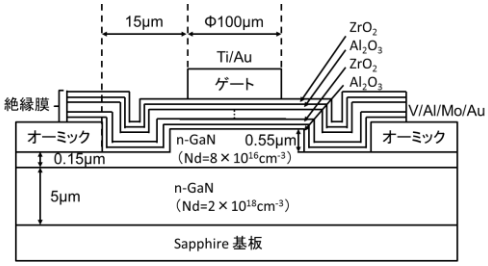

図１　試作した MIS ダイオードの構造

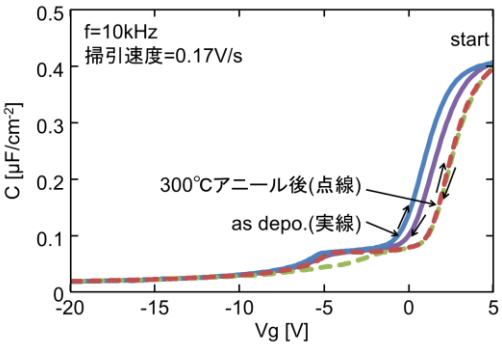

図２　5V→-20V→5V の掃引順の C-V 特性

３．結果　段差計を用いて測定した ZrO_2/Al_2O_3 多層膜の膜厚は 22nm だった。ZrO_2 と Al_2O_3 を 150 層ずつ成膜したため、平均堆積レートは 0.7Å/層となる。図２に ZrO_2/Al_2O_3 多層膜のアニール前と後の C-V 特性を示す。アニールの有無によらずキャリア注入型のヒステリシスを示した。アニール前のヒステリシスによるフラットバンド電圧シフトは 0.7V であり、DC 電圧印加により注入される電荷量は $1.8\times10^{12}cm^{-2}$ と小さい。アニール後のヒステリシスによるフラットバンド電圧シフトは 0.1V に減少し、電荷量は $2.6\times10^{11}cm^{-2}$ とアニール前より約 1 桁減少した。アニール前後において膜厚、比誘電率の変化はなかった。また、アニール後のフラットバンド電圧はアニール前より正電圧側にシフトした。蓄積容量より算出した ε_{ox} は 10.3 であった。ε_{Al2O3} を 8.5、ε_{ZrO2} を 22 と仮定した場合の ε_{ox} は 12.3 のため、15%程度低い。界面準位密度を Terman 法にて計算した。アニール前は E_c-E_t=-0.35eV において D_{it}=6.6 $\times10^{12}cm^{-2}eV^{-1}$ であった。アニール後は E_c-E_t=-0.35eV において D_{it} =$5.5\times10^{12}cm^{-2}eV^{-1}$ となり、アニールによって若干減少した。空乏領域（図２、-2V～-7V の領域）において容量が特有の plateau を示すが、この原因については検討中である。

４．結論　ZrO_2/Al_2O_3 多層膜をゲートとする n-GaN MIS ダイオードを試作し、界面特性を評価した。DC 電圧掃引によるフラットバンド電圧シフトは小さく、アニールによってさらに減少することが判った。

参考文献[1]　S-D. Jung et al., 2012 Third International Conference on Intelligent Systems Modelling and Simulation, 760.

[2]　Y. Yue et al., IEEE Electron Device Lett. 29, 838 (2008).

[3]　M. Hatano et al., International Workshop on Nitride Semiconductors, Sapporo, 485 (2012).

© 2013 年　応用物理学会