界面顕微光応答法を用いた doped-AIN のフォーミング現象の二次元評価

Two-dimensional characterization of forming operation of doped-AlN layers

by scanning internal photoemission microscopy

福井大院工

⁰川角 優斗, 今林 弘毅, 塩島 謙次

Univ. of Fukui

°Y. Kawasumi, H. Imabayashi and K. Shiojima

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

<u>はじめに</u>近年,印加電圧がある閾値より高くなると、急激に抵抗率が低くなるスイッチング素子がメモリ応用に期待されている。本研究では,窒化物半導体材料の新たな応用分野としてスイッチング素子に着目し、界面顕微光応答法(SIPM: Scanning Internal Photoemission Microscopy)[1]により doped-AIN のフォーミング現象の二次元評価を行った。

<u>実験</u> n⁺-GaN/サファイア基板上に導電性バッファー層(厚さ 6 nm)、doped-AlN セパレータ(厚さ 200 nm)、導電性バッファー層(厚さ 15 nm)を堆積した。上部電極として,電子ビーム蒸着法で Au(厚 さ 50 nm)/Ti(厚さ 50 nm)電極を堆積した。下部電極としてはたらく n⁺-GaN 層の一部にオーミック 電極を形成した。この素子に対して、*I-V* 測定および、SIPM 測定を行った。SIPM 測定では、緑(λ = 517 nm)、赤(λ = 659 nm)色のレーザーを半導体側から照射し、集光・走査することで、電極内に おける光電流をフォトンフラックスで規格化した光電子収率(Y)および、エネルギーバンドギャッ プ(*E*g)の二次元像を得た。

<u>結果と考察</u> Fig. 1 に素子の *I-V* 特性を示す。1回目の測定では、印加電圧が16 V に達すると、素子の抵抗が低くなり、電流が急激に増加するスイッチング特性がみられた(フォーミング)。二回目の測定でも同様な特性を示したが、閾値電圧は14 V に低下した。Fig. 2 に(a)フォーミング前および(b)フォーミング後における光学顕微鏡像、Y 像(λ = 517 nm)、*E*g 像を示す。フォーミング前の*Y*、*E*g 像は均一であった。一方、フォーミング後は、光学顕微鏡像に変化はみられないが、Y 像では

部分的に光電流が大きい領域がみられ、*E*g は他の領域に比べ 0.5 eV 程度低下した。SIPM 測定の 結果から、光電流が増加し *E*g が低下した領域は、部分的な低抵抗領域、すなわち電気的なフィラ メントであると考えられる。このようなフィラメントの形成が、フォーミング後 2 回目の *I-V* 特 性における閾値電圧の低下をもたらしたことが示唆される。SIPM はスイッチング素子のフォーミ ング現象を二次元的に解析するのに有効であることを示した。



参考文献 [1]K. Shiojima et al., Appl. Phys. Express 8, 046502 (2015).

Fig. 1 *I-V* characteristics of the doped-AlN separator.



Fig. 2 Optical microscope images, Y images ($\lambda = 517$ nm) and apparent E_g images of the doped-AlN separator (a) before and (b) after the forming.