

走査型非線形誘電率顕微鏡による AlGa_{0.3}N/GaN 構造の 2次元電子ガス及び分極の評価

Evaluation of 2DEG and polarization in AlGa_{0.3}N/GaN structure using
scanning nonlinear dielectric microscopy

東北大通研 ○廣瀬 光太郎, 茅根 慎通, 長 康雄

RIEC, Tohoku Univ. ○Kotaro Hirose, Norimichi Chinone, and Yasuo Cho

E-mail: hirose@riec.tohoku.ac.jp

はじめに

近年, ワイドギャップ半導体は高効率・低損失な次世代パワーデバイスの材料として期待されており, GaN や SiC の研究が盛んに行われている. GaN は高い絶縁破壊電界を持つ材料である. また, AlGa_{0.3}N などとの間に大きなバンド不連続を有するヘテロ接合を形成し, 接合界面に高濃度・高移動度の2次元電子ガス(2DEG)を発生させる. このような特性が注目され, GaN を用いた低オン抵抗・高速・高耐圧のデバイスの実現に向けて研究開発が進められている. GaN を利用したデバイスとして高電子移動度トランジスタ(HEMT)などが挙げられる [1]. これらのデバイスの更なる高性能化には2DEGを評価することが重要である. その評価の有効な手段の一つとして走査型非線形誘電率顕微鏡(SNDM)がある [2]. SNDMでは試料表面のキャリアと分極を測定することができる. 測定はGHz帯のLC発振器に導電性探針を取り付けたSNDMプローブを用いて, 探針と試料表面を接触させながら探針試料間に交流電圧を印加し行う. SNDMにより得られる信号の値は, 試料表面の分極が上向き場合は負の値, 下向きの場合は正の値となる. また, 試料表面のキャリアが電子の場合は負の値, ホールの場合は正の値となる. 試料表面に分極とキャリアがどちらも存在する場合, 得られる信号の値はその重ね合わせとなる. 本研究では, Si基板上に形成したAlGa_{0.3}N/GaNヘテロ接合を劈開し, その断面をSNDMにより測定した.

実験と結果

評価した試料のAl_{0.3}Ga_{0.7}N/GaNヘテロ接合の各層の厚さは, AlGa_{0.3}Nが30nm, GaNが1.6μmである. 試料を劈開し, その劈開面のAlGa_{0.3}N/GaNヘテロ接合界面を測定したものをFig. 1に示した. 試料断面の方位がAlGa_{0.3}N/GaN界面に対して垂直ではなく斜めであったため, 2DEGだけでなくAlGa_{0.3}NとGaNの分極も検出できた. AlGa_{0.3}NとGaNの分極の劈開面に対する法線成分は共に上向きであった. 2DEGは, SNDMでは負の信号となる. AlGa_{0.3}N/GaNヘテロ構造のGaN側の界面では負の信号が強くなっており, 2DEGを測定することができた. 更に分極の大きさについてもAlGa_{0.3}Nの分極量がGaNのそれより大きく, AlGa_{0.3}N中の引っ張りによるひずみ圧電誘起分極の加算効果が確認された. 得られた信号からGaNの分極分を差し引いたものが2DEGを示す信号である. 2DEGの厚さは約10nm程度と推定される. このようにSNDMは2DEGを測定しその厚さを評価することができるのみならず, GaN, AlGa_{0.3}Nの分極も評価できる. SNDMは2DEGの評価を含むAlGa_{0.3}N/GaN HEMT構造の詳細な分析に有用な手法であるといえる.

謝辞

本研究に関して御協力頂いたトヨタ自動車(株)後藤安則氏に感謝いたします. 本研究の一部は, 科学研究費補助金基盤研究S(23226008)の補助を受けている.

参考文献

- [1] S.C. Binari, et al.: IEEE T. Electron Dev. **48** (2001) 465.
- [2] Y. Cho, A. Kirihara, and T. Saeki: Rev. Sci. Instrum. **67** (1996) 2297.

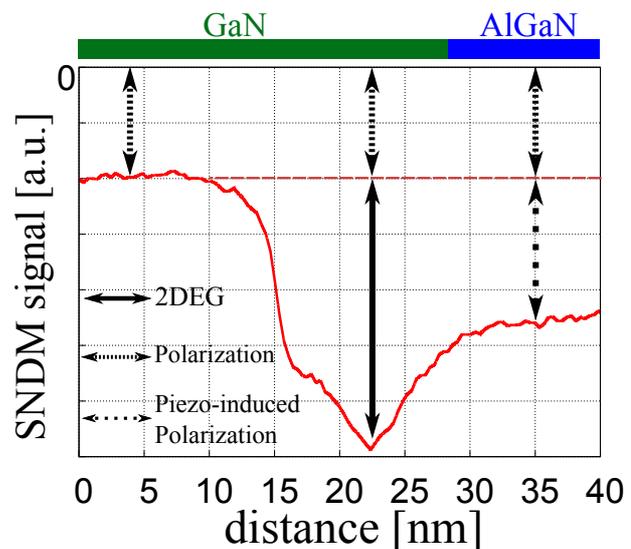


Fig. 1: SNDM signal of cross section of AlGa_{0.3}N/GaN structure