窒化物半導体における窒素極性成長

N-polar Growth of Nitride Semiconductors

東北大学 金研 ○松岡隆志

IMR, Tohoku Univ., ○Takashi Matsuoka

E-mail: matsuoka@imr.tohoku.ac.jp

窒化物半導体からなる青色 LED は商品化されて 20 年が経とうとしている。交通信号機という信頼性を必要とするシステムにおいて、用いられている LED に含まれる転位密度は $10^8/cm^2$ 台である。H-DVD 用レーザにおいても、転位密度は $10^{5\sim6}/cm^2$ である。光通信に用いられている InGaAsP 系半導体レーザでは、素子寿命 10 万時間を確保するために、転位密度は $10^3/cm^2$ 台以下でなければならない。InGaAsP 系と比較すると、窒化物半導体の貫通転位密度は 2～3 桁高い。今期待されている高出力・高耐圧の電子デバイス応用を考えると、結晶性の大幅な改善が必要である。このような転位密度の高い GaN 自立基板２”φが、２０万円程度で市販されており、低コスト化も急務である。さらに、InGaAlN の応用範囲を広げるために、高 In 組成の結晶を得る技術が必要である。このような現状を踏まえて、著者は、新基板の提案や極性を制御したエピタキシャル成長技術の開発を進めてきている。本稿では、N 極性成長の現状とその可能性について述べる。

c 面成長における極性制御の重要性については、1988 年の 6H-SiC 基板上への成長において気づいた[1]。InGaN や InN の成長も、図 1 に示す N 極性の優位性の優位性を活かして研究を進めてきた[2,3]。サファイア基板上への GaN 成長においては、Ga 極性成長と遜色のない特性を得ている[4]。N 極性成長の優位性をさらに展開するために、加圧炉を開発し、InN の高品質化を進めている[5]。素子応用に関しては、極性を制御した成長は、分極方向の制御に通ずる。LED においては、N 極性成長は、窒素を取り込みやすい、言い換えれば、In を取り込みやすいことから、赤色の発光も実現できている[6]。太陽電池では、N 極性の場合、取り出せる電流が Ga 極性より多いことを示してきた[7]。HEMT 構造素子においても、N 極性（逆 HEMT）が期待されている。講演では、上述の結晶成長から素子応用まで報告する。時間があれば、基板についても言及する。

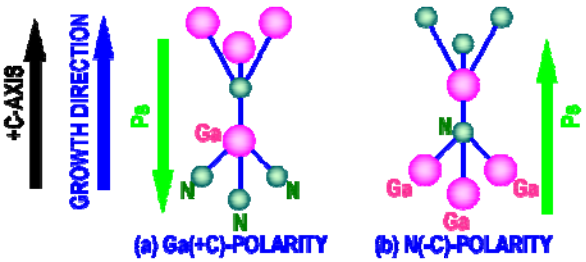

Fig. 1 Crystallographic polarity of GaN. Ps shows the spontaneous polarization.

[1]T. Sasaki and T. Matsuoka, *J. Appl. Phys.*, 64(1988)4531.
[2]T. Matsuoka *et al.*, in *Inst. Phys. Conf. Ser.*, 106(1990)141.
[3]T. Matsuoka *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 81(2002)1246.
[4]T. Matsuoka *et al.*, *phys. stat. sol. (b)*, 243(2006)1446.
[5]T. Matsuoka *et al.*, *Proc. SPIE*, 7945(2011)7945.
[6]K. Shojiki, T. Matsuoka *et al.*, *Appl. Phys. Express* 8(2015)061005.
[7]T. Tanikawa, T. Matsuoka *et al.*, *WCPEC-6*, 1TuPo.2.16 (Kyoto, Japan, Nov.24-27, 2014).

© 2016年 応用物理学会