

非平衡状態の時間ドメイン制御による特異構造の創製

Development of crystals with singularity by non-equilibrium time domain control

○藤岡洋^{1,2}、上野耕平¹、小林篤¹、太田実雄^{1,3}

¹東大生研、²JST-ACCEL、³JST-さきがけ

○Hiroshi Fujioka, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Jitsuo Ohta,

¹Institute of Industrial Science, The Univ. of Tokyo, ²JST-ACCEL, ³JST-PRESTO

E-mail: hfujioka@iis.u-tokyo.ac.jp

20世紀後半以降の情報化社会の爆発的発展を牽引してきた半導体エレクトロニクスは極限にまで欠陥を排除した完全結晶の物理をベースに構築されている。一方視点を移して、結晶欠陥そのものに着目すると、欠陥構造はそれぞれ特有な電子状態を有しており、発光・情報蓄積等の性質を巧く利用することによってこれまでにない新しいエレクトロニクスが展開できる可能性が期待される。特に窒化物半導体は結晶の対称性が低いため、欠陥構造に関しても多彩な物性の展開が期待できる。

窒化物半導体中に意図的に結晶欠陥を含む構造（特異構造）を導入し、さらに、エレクトロニクス素子として利用するには、制御性の良い欠陥導入の手法の開発が重要となる。これまで GaN 系材料を用いた素子の殆どは MOCVD 法や MBE 法を用いて作製されてきたが、これらの手法では、原料の切り替えがガスバルブやシャッターを用いて機械的に行われるため、操作に 1 秒程度の時間を要していた。一方、我々が最近開発したパルス・スパッタ堆積 (PSD) 法ではコンピュータからの電気信号による制御を用いて 100 ナノ秒単位の高速度原料切り替えが可能である。この特性を利用すると、従来手法に比べて特異構造を窒化物半導体中へ制御性よく導入することが可能になると期待される。また、反応系中に多量の有機物を含む MOCVD 法では、膜中に炭素や水素が取り込まれる可能性が指摘されているが、パルス・スパッタ堆積(PSD)法を用いれば、残留不純物濃度の低い高品質な薄膜の成長が高い成長速度で実現すると期待できる。実際、PSD 法により残留不純物濃度の低い、高移動度の p 型および n 型 GaN 薄膜の作製が実現できることが最近報告されている。[1,2] この様に純度の高い結晶を実現することは意図的に導入した欠陥の物性を解析するためにも重要になると考えられる。この結晶の品質の高さは LED や HEMT、MISFET、太陽電池などの各種デバイスを試作することによっても確認されている。PSD 法による窒化物成長のもう一つの特徴として低温での結晶成長の実現が挙げられる。これまでに室温でも高温と遜色の無い良質の結晶が成長できることが報告されている。この特徴を活かすことによって不純物拡散やメモリー効果のない原子レベルで急峻な接合が実現でき、この点でも特異構造を利用した素子の作製に PSD 法は適しているとかんがえられる。 [3]

講演当日は PSD 法を用いた非平衡状態の時間ドメイン制御による特異構造を用いた素子創製の可能性に関して、その将来展望を述べる。

参考文献 : [1]上野他、第 63 回応用物理学会春季学術講演会、20p-H121-8 [2]上野他、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会予稿、[3] K. Sato et al., Applied Physics Express 2, 011003 (2009).