18p-A20-5

InP(111)B 表面における表面再構成および成長初期過程の Zn ドーピング効果に関する理論的検討

Doping effects on reconstruction and initial growth processes on InP(111)B surface

三重大院工，○加藤真崇，秋山　亨，中村浩次，伊藤智徳

Mie University, ○Masataka Kato, Toru Akiyama, Kohji Nakamura and Tomonori Ito

E-mail: 413m608@m.mie-u.ac.jp

【はじめに】化合物半導体材料によって作製される半導体ナノワイヤは次世代ナノデバイスの構成要素として注目されており、その構造および形状制御が重要な課題となっている。[1]近年、選択成長においてZnドーピングによりInP(111)B基板上に柱状成長するInPナノワイヤが作製されており、ドーピングによる成長制御可能性が示唆されている。[2]しかしながら、ドーパントが成長過程におよぼす影響については明らかになっていないので現状である。これまでに我々は、気相-液相-固相(VLS)成長でのナノワイヤ形成時における核形成に注目し、固相-液相間での化学ポテンシャル差におけるドーパントの寄与が結晶構造を決定する要因となることを第一原理計算にもとづき提案してきた。[3]本研究では、選択成長におけるナノワイヤ形成時でのドーパンドの影響の解明を目的として、InP(111)B表面における表面再構成および成長初期過程におけるドーパントの効果を、表面構造状態図[4]を作成することにより検討する。

【結果および考察】InP(111)B再構成表面[(2×2)-P trimer表面]での成長初期過程を検討した結果、成長条件下(~600 °C)においてP trimerは(In原子の吸着によるセルフサーファクタント効果によって)脱離するものの、これ以降のInおよびP原子の吸着は起きず、ナノワイヤ作製時においてはInP(111)B面上での成長は進行し難いことが明らかとなった。一方、ドーパンド(Zn)の取り込みを考慮すると表面構造に変化が起き、Zn原子が表面に取り込まれた構造が条件によって安定となる。Fig.はInおよびZnの化学ポテンシャル(それぞれμ_{In}およびμ_{Zn})の関数とした表面構造を示しており、Zn過剰条件下(μ_{Zn}> -1.3 eV)ではZn原子が取り込まれた表面[および(2×2)-In adatom表面]が安定となる。これは表面にZn原子が取り込まれることによりエレクトロンカウンティング則を満たすことに因るものである。この結果は、ドーパントの取り込みによる表面構造の変化によってInあるいはP原子の吸着が促進され、InP(111)B面上においても成長が進行する可能性を示唆している。講演では、これら表面における成長初期過程の詳細について議論する。

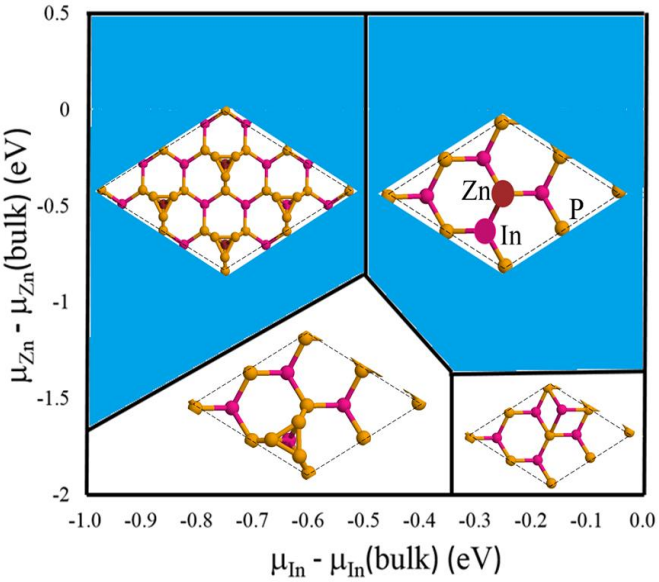

Fig.: Stable surface structures on InP(111)B surfaces as functions of In and Zn chemical potentials (μ_{In} and μ_{Zn}, respectively). Shaded area denotes the stable surface structures with Zn atoms. Top views of surface structures are also shown.

【参考文献】[1] P. Mohan et al.: Nanotechnology **16** (2005) 2903. [2] K. Ikejiri et al: Nano Lett. **12** (2012) 1744. [3] T. Akiyama et al.: e-J. Surf. Sci. Nanotech. **12** (2014) 18. [4]Y. Kangawa et al: Appl. Surf. Sci. **190** (2002) 517.

© 2014 年　応用物理学会