

Title	狭ギャップ2次元電子ガス構造の自己無撞着解析
Author(s)	石田, 晋一
Citation	
Issue Date	2014-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/11959
Rights	
Description	Supervisor:山田省二教授, マテリアルサイエンス研究科, 修士

狭ギャップ 2次元電子ガス構造の自己無撞着解析

石田 晋一 (山田研究室)

I. 緒言

2次元電子ガス (2DEG) への自己無撞着解析の応用は、1970年にF.Sternが、外部電圧を印加したときに2次元電子ガスにかかる内部電界の自己無撞着的解析に成功したことに始まる[1]。しかしながら、ヘテロ材料系によっては、必ずしも実験結果と精度良く合わないという問題点がある。

II. 研究目的・方法

本研究は、代表的な自己無撞着解析プログラムである nextnano[2]を用い、本研究室で結晶成長している図1に示す2DEG 2層系構造 HEMT について、シュレディンガー方程式とポアソン方程式との自己無撞着解析を行い、2DEG 毎の面電子密度 n_s を算出して実験結果[3]と比較することで、実際の構造に近いモデルを探索・構築することを目的としている。計算は GaAs 系ヘテロ構造でのチェックの後、InGaAs 井戸幅 40、60、80、100、120nm の InGaAs/InAlAs HEMT に対し、表面準位 (0~3eV) やドーピング条件等を変え、全ての井戸幅の結果 ([3]の n_s) を説明できる妥当な構造・物性パラメーターを探った。

III. 結果

表面準位 0.2eV での電子密度の井戸幅依存性を図2に示す。 δ ドープ密度は成長条件では上下同一で $N_{d1} = N_{d2} = 6 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$ であるが、計算では下側のみ $N_{d2} = 8 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$ とした。上側の2DEGの n_s に関しては第1励起状態の n_s とよく一致するが、下側の2DEGは基底状態と第3励起状態の n_s の和をとらないと実験結果を説明できない。

IV. まとめ

通常のパラメータを用いる限りでは、上記2層 HEMT において、下側の δ ドープ密度を非対称に増大しても、基底状態と第1励起状態のみでは実験結果を説明できず、今後課題が残された。

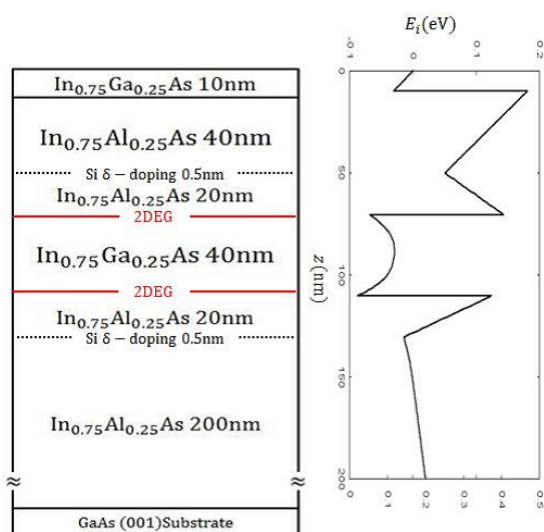


図1 層構造とポテンシャル分布

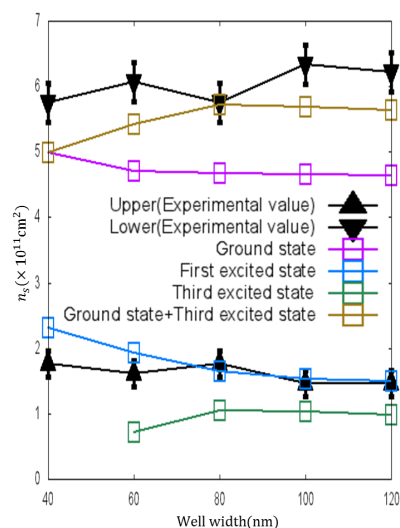


図2 表面準位 0.2eV での電子密度の井戸幅依存性

Keywords

狭ギャップ半導体、2次元電子ガス、自己無撞着解析、HEMT

参考文献

- [1]F.Stern:JOURNAL OF COMPUTATION PHYSICS 6 (1970) 56-67.
 [2]S.Birner:Ph.D. thesis:Technische Universität München (2011).
 [3]M.Akabori,S.Hidaka,H.Iwase,S.yamada,U.Ekenderg:JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 112, 113711 (2012).