

窒化物磁性半導体

Nitride-based magnetic semiconductors

研究分野

Department

量子システム創成
Quantum System Electronics

研究者

Researcher

長谷川繁彦
S. Hasegawa

キーワード

Keyword

強磁性半導体、半導体スピントロニクス
ferromagnetic semiconductors, semiconductor spintronics

応用分野

Application

光通信、光情報処理
optical communication, optical information processing

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

優れた電気的・光学的特性を有するⅢ族窒化物半導体へ磁性を賦与することにより、電荷、フォトン、スピンの機能を融合できる場を作り、新奇機能を有するデバイスの実現が期待されます。

概要・特徴

Ⅲ族窒化物半導体をベースとして、遷移金属や希土類元素の添加、希土類窒化物磁性半導体との融合などにより、強磁性を示す新奇半導体およびそのナノ構造の開発を行っています。

技術内容

- 遷移金属(Cr)や希土類元素(Gd,Sm,Dy)を添加したⅢ族窒化物半導体(GaN,InGaN)薄膜を分子線エピタキシー法で形成し、強磁性を発現することを示しました。
- GaCrN/AlN/GaCrN三層構造からなるトンネル磁気抵抗(TMR)素子を作製し、その動作を実証しました。
- Gdを添加したGaNナノロッド構造を形成し、その形状効果を利用することにより、磁気特性を制御できることを示しました。
- 希土類元素(Gd,Sm)添加GaN薄膜のGaN上へのコヒーレント成長が可能である、GaNの有する発光特性を大きく損なわないなど、デバイス応用上重要となる基礎的知見を得ました。
- 格子不整合によって生じる歪の利用により、希土類窒化物磁性半導体とⅢ族窒化物半導体との融合(GdN/GaN超格子構造形成)が可能であることを示しました。

社会への影響・期待される効果

非平衡での薄膜形成法であるため、Ⅲ族窒化物半導体をベースとして、自然界にない材料創製、それらの融合した薄膜形成、超格子や量子井戸構造などに代表されるナノ構造形成などが可能となります。

これら技術の応用展開として期待されるデバイスには、例えば、本材料を発光ダイオード(LED)や半導体レーザー(LD)の活性層もしくはクラッド層に用いた円偏光LEDや円偏光LD、トンネル磁気抵抗(TMR)素子、円偏光レーザー光照射によりOn/Off制御可能な光制御TMR素子などが挙げられます。

【論文 Paper】

[1] Appl. Phys. Lett. 89(2006) 232511. [2] Appl. Phys. Lett. 101(2012) 221902. [3] Jpn. J. Appl. Phys. 55(2016) 05FE03.

