

課題番号 : F-15-IT-0027  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : GaAs オフ基板上への強磁性半導体(In,Fe)As の結晶成長と磁気特性の評価  
 Program Title (English) : Epitaxial growth and evaluation of (In,Fe)As grown on vicinal GaAs substrates  
 利用者名(日本語) : 吉田統彦<sup>1)</sup>, フナムナムハイ<sup>1)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 東京工業大学大学院理工学研究科,  
 Affiliation (English) : 1) Department of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology

### 1. 概要(Summary)

強磁性半導体は強磁性と半導体二つの性質を併せ持つ。既存の半導体プロセスを転用することが可能なため、応用が期待されているが、n型強磁性半導体は室温での強磁性が発現していない。本研究はn型強磁性半導体である InFeAs をオフ基板上に成長することで常温強磁性の発現を目指して行った。サンプルの異常ホール効果測定のため露光装置を用いてホールバーを作成した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

露光装置

#### 【実験方法】

薄膜試料に、露光装置を用いてホールバーのパターンを形成した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

キャリア誘起強磁性半導体である(In,Fe)As は、Fe が In サイトを置換して中性状態となるため、適切なドーピングによって n 型強磁性半導体を作製できることが特徴である。しかし、これまでの研究ではキュリー温度が 70 K 程度に留まっており、応用上の障害となっている。一方で、ある基準面に対して一定の微傾斜角でカットされたオフ基板は、基板上への結晶成長に際してステップフロー成長を促すことがよく知られている。さらに、ステップにおいて Fe と In の相分離が促進されるため、オフ基板のステップに沿って高密度の Fe がドーピングでき、高いキュリー温度が期待できる。本研究では、GaAs(001)面から[110]方向に  $\theta = 2^\circ \sim 10^\circ$  傾けたオフ基板および GaAs(114)A 面 (オフ角度  $\theta = 19.5^\circ$ ) の基板上に、低温 MBE 法を用いて強磁性半導体(In<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>)As:Be ( $x = 5.3\%$ ) を成長し、その磁気特性を評価した。磁気特性の評価には、磁気円二色性(MCD)測定および異常ホール効果測定を用いた。

Fig.1 a-e に 300 K の光学特異点  $E_1$  における MCD ヒステリシス曲線を、Fig.1 f-m に 300 K での異常ホール効果測定によるヒステリシス曲線を示す。GaAs(001)ジャスト基板上に成長したサンプルは 300 K において完全に常磁性を示したことに對して、オフ基板上に成長したサンプルはいずれもオフ角の増加につれてヒステリシスループの拡大が観測された。一方、MCD スペクトルのピークは、5 K と 300 K いずれにおいても従来報告されてきた(In,Fe)As のピークと一致しており、観測した室温強磁性は真性である可能性が高いことを示唆している。

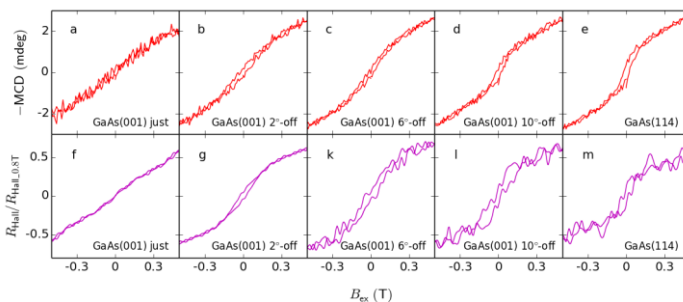


Fig.1. Hysteresis curves at 300 K measured by (a-e) the magnetic circular dichroism (MCD) at the optical critical energy  $E_1$  of (In,Fe)As, and (f-m) the anomalous Hall effect.

### 4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 東京大学工学部 田中雅明教授

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 長峰 諒英、吉田 統彦、田中 雅明、フナム ナムハイ, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 28 年 3 月 19 日.

### 6. 関連特許(Patent)

なし