

課題番号 : F-13-OS-0021  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : 窒化物ベース希薄磁性半導体の電気的特性評価用電極の作製  
 Program Title (English) : Fabrication of electrodes for characterizing electrical properties of dilute magnetic semiconductors  
 利用者名 (日本語) : 長谷川 繁彦, 山口 明哲, 森 貴仁, 山内 翔太  
 Username (English) : S. Hasegawa, A. Yamaguchi, T. Mori, S. Yamauchi  
 所属名 (日本語) : 大阪大学産業科学研究所量子システム創成研究分野  
 Affiliation (English) : Department of Quantum System Electronics, ISIR, Osaka University

### 1. 概要 (Summary)

電子の持っている内部自由度であるスピンを半導体中で有効に利用したデバイスの創製を目指し、窒化物をベースとした希薄磁性半導体の結晶成長とその評価を行っている。これまで、分子線エピタキシー成長法を用いて遷移金属 Cr や希土類元素 Gd を GaN に添加した希薄磁性半導体 GaCrN ならびに GaGdN の薄膜成長を行い、その結晶構造や磁気特性などを評価してきた。これらの希薄磁性半導体を用いてデバイスを作製する上で、成長した薄膜の電気特性評価は欠かせない。GaN 内でのスピン伝導現象解明のために、Fig. 1 に示したような電極配置で、電流の流れる領域を制限して測定を行う必要がある。そこで、GaN 上に矩形の開口部を持つ絶縁膜形成マスクと昨年作製した電気特性評価用電極マスク (Fig. 2) を用いて磁性金属電極の作製を行った。

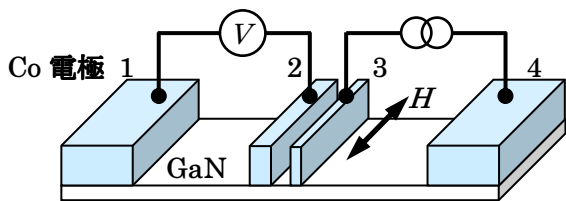


Fig. 1 Schematic drawing for measuring spin injection.

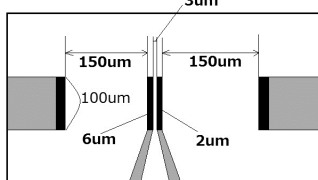


Fig. 2 Drawing of a mask for characterizing electrical properties of dilute magnetic semiconductors.

### 2. 実験 (Experimental)

GaN 基板として、有機金属化学気相成長法でサファイヤ基板上に成長した GaN テンプレートを用いた。矩形のレジストパターンを GaN テンプレート上に形成した後シリコン酸化膜をスパッタ装置で成膜し、

リフトオフにより GaN テンプレート上に矩形の開口部を持つシリコン酸化膜を形成した。次に、電気特性評価用電極のマスクを用いて Fig. 2 のレジストパターンをシリコン酸化膜内の開口部に作製した。その後、強磁性金属である Co と、酸化防止膜として Au を蒸着し、リフトオフにより強磁性金属電極を作製した。本課題で用いた装置は、マスクアライナー、スパッタ装置、電子ビーム蒸着装置である。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

電極間隔の狭い領域もきれいにリフトオフ出来ており、所望の電極構造が作製できた。当初、電極間隔が狭い領域のリフトオフが出来なかったが、蒸着膜の厚さを変えることにより成功した。電極 3-4 間に定電流を流し、面内に磁場  $H$  (Fig. 1 の矢印の方向) を印加して電極 1-2 間に現れる電圧  $V_{12}$  を室温で測定した。その結果を Fig. 3 に示す、横軸が外部印加磁場で、縦軸は零磁場の値からの電圧変化分  $\Delta V = V_{12}(H) - V_{12}(0)$  である。±30 Oe あたりにピークが現れており、Co から GaN へ室温でスピン注入できていることを電気的測定で初めて実証した。

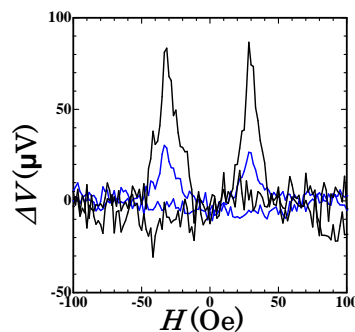


Fig. 3 Magnetoresistance curve.

### 4. その他・特記事項 (Others)

なし

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

(1) 山口明哲, 長谷川繁彦, 第 18 回半導体スピン工学の基礎と応用 PASPS-18, 平成 25 年 12 月 9 日.

### 6. 関連特許 (Patent)

なし