

# カルコパイライト型磁性半導体の作製と評価

石橋隆幸、G. A. Medvedkin、佐藤勝昭

東京農工大学、工学部、物理システム工学科、東京都小金井市中町2-24-16

E-mail: bashi@cc.tuat.ac.jp

## 1. はじめに

我々は、最近、II-IV-V<sub>2</sub>族カルコパイライト型半導体であるCdGeP<sub>2</sub>上に高真空中でMnを蒸着、拡散させることによって、室温で強磁性を示す磁性半導体の作製に成功した[1]。一連のII-IV-V<sub>2</sub>族カルコパイライト型半導体は、非線形光学材料、偏光センサ材料、発光材料、高感度光電材料等として応用が期待されている材料である。したがって、磁性を兼ね備えることによって新たな機能をもった素子への応用が期待される。

本研究会では、CdGeP<sub>2</sub>に関する結果と、最近行っているZnGeP<sub>2</sub>結晶を用いた結果について述べる。

## 2. 実験

試料は、カルコパイライト型半導体単結晶に高真空中でMnを蒸着し、拡散させて作製した。母体結晶として、CdGeP<sub>2</sub>およびZnGeP<sub>2</sub>単結晶を用いた。結晶は、研磨を行って平坦な表面を得、Mn蒸着のために真空装置に入れる直前にブロムメタノールで酸化物の除去を行った。Mnを蒸着するときの単結晶の温度は、室温~400 Kとした。Mnの蒸着量は、Mn薄膜に換算して30~100nmである。また、ポストアニールは、行わなかった試料と、真空中で450~550 K、1時間行った試料も作製した。評価は、表面の平坦性および結晶性は、RHEED、XRD、原子間力顕微鏡 (AFM) で評価した。また、磁気特性については、磁気力顕微鏡 (MFM)、振動試料型磁力計 (VSM) および超伝導量子干渉磁力計 (SQUID) により行った。

## 3. 結果と考察

Fig.1にCdGeP<sub>2</sub>にMnを蒸着する前と蒸着および拡散させた後のRHEED像を示す。蒸着前の母体結晶は、Fig.1(a)に示すように明瞭な回折パターンが見られ、表面の良さが確認された。面方位はほぼ

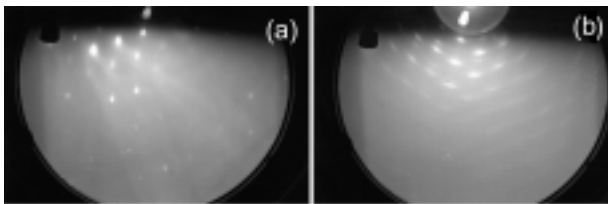


Fig.1 RHEED patterns of CdGeP<sub>2</sub>:Mn (a) before Mn depo. (b) after an annealing

(112)であった。試料は390 Kに加熱しMnを約30nm堆積した後、チェンバ内において試料を500 Kに加熱、30分間アニール処理を行った。蒸着中はアモルファスを示すハローパターンになるが、処理後 (Fig.1(b)) では、スポットの強度は再び回復した。回折パターンの大きなスポットはMn蒸着前と同じ位置に現れ、Mn拡散層はカルコパイライト構造であることがわかった。同時に、スポットはやや広がりを見せたが、これは、Mnの拡散やPの蒸発などによる表面の結晶性の劣化が原因であると考えられる。

作製した試料のM-H曲線を室温でVSMを用いて測定した。Fig.2は室温(14 K)における磁化曲線である。磁場が試料面に垂直に印加してある。磁化曲線には明確な飽和が見られ、飽和磁場は約3kOe、保磁力は約0.9kOeであった。

同様な実験をZnGeP<sub>2</sub>単結晶を用いて行っている。異なる作製条件におけるMnの反応過程やMnが拡散した領域の結晶構造など詳細な測定を現在行っている。その結果、ZnGeP<sub>2</sub>では、CdGeP<sub>2</sub>よりもMnが拡散しにくいことがわかった。ZnGeP<sub>2</sub>でもわずかながらヒステリシスを持ったM-H曲線を室温以上まで確認しており、解析中である。

**謝辞** この研究の一部は、文部科学省科研費基盤研究A(1)の補助を受けて行った。CdGeP<sub>2</sub>はヨッフエ研究所より、ZnGeP<sub>2</sub>単結晶は サイベリアン研究所より提供していただいた。

**文献**[1] G. A. Medvedkin et al., Jpn. J. Appl. Phys. (2000) L949,

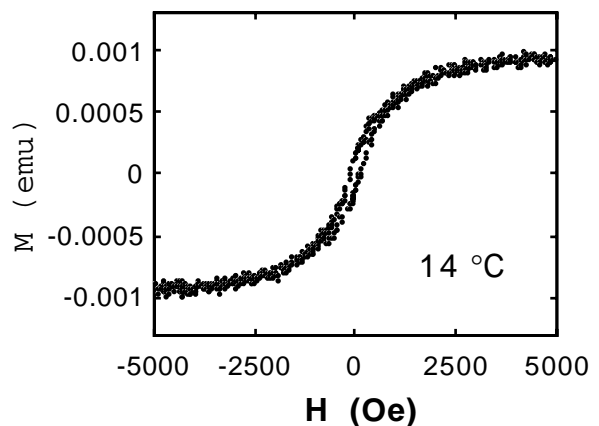


Fig.2 Magnetization curves of CdGeP<sub>2</sub>:Mn