

ウルツ鉱型 MgSnN_2 の伝導帯有効質量

Conduction-Band Effective Mass in Wurtzite-Type MgSnN_2

○矢田舜一郎¹⁾, 水谷真梨¹⁾, 牧内楓¹⁾, 川村史朗²⁾, 井村将隆²⁾, 村田秀信³⁾, 賈軍軍⁴⁾, 山田直臣¹⁾

1)中部大院工 2)物材機構 3)大阪府大院工 4)早大国際理工

○S. Yata¹⁾, M. Mizutani¹⁾, K. Makiuchi¹⁾, F. Kawamura²⁾, M. Imura²⁾, H. Murata³⁾, J. Jia⁴⁾, N. Yamada¹⁾

1) Chubu Univ., 2) NIMS, 3) Osaka Pref. Univ., 4) Waseda Univ.

E-mail: n-yamada@isc.chubu.ac.jp

【背景と目的】ウルツ鉱型 MgSnN_2 は新規の三元系疑似 III-V 族窒化物半導体ある[1]。これまで報告された実験的研究では、主に結晶構造とバンドギャップに焦点が当てられてきた[2-5]。一方、キャリア輸送特性や有効質量などの物性は未知のままである。 MgSnN_2 薄膜は高い伝導電子濃度($> 10^{20} \text{ cm}^{-3}$)が容易に得られる特徴がある[5]。そこで本研究では、この特徴を利用し、赤外領域の透過・反射スペクトルから伝導帯の有効質量(m_c^*)を推定した。

【結果と考察】反応性の共スパッタによってイットリア安定化ジルコニア(YSZ)単結晶の(111)面上に $\text{Mg}_{0.77}\text{Sn}_{1.23}\text{N}_2$ 薄膜を 300°C でエピタキシャル成長させた。

$\text{Mg}_{0.77}\text{Sn}_{1.23}\text{N}_2$ エピ膜は n 型の金属伝導性を示した。Fig. 1 に示す通り、電子濃度($n_e \approx 10^{21} \text{ cm}^{-3}$)、移動度($\mu \approx 5 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$)ともに温度依存性がほとんどなく、キャリアは縮退していることがわかった。

Fig. 2 に、 $\text{Mg}_{0.77}\text{Sn}_{1.23}\text{N}_2$ エピ膜の赤外透過・反射率スペクトルを示す。これらのスペクトルには、典型的な自由電子吸収/反射が見られ、縮退半導体であることに合致する。 m_c^* 値を決定するために、Drude 誘電関数を用いて透過・反射率のスペクトルをフィッティング解析した。Drude 誘電関数は実験で得られたスペクトルをよく再現できることを確認した。フィッティング解析の結果、 $m_c^* = (0.56 \pm 0.05)m_0$ であると推定できた(m_0 は自由電子の質量)。ここで得られた値は、理論計算による予測値 ($m_c^* =$

$0.69m_0$)[6]と同程度であった。

当日は、Mg/Sn 比の異なる $\text{Mg}_{1+x}\text{Sn}_{1-x}\text{N}_2$ の有効質量やバンドギャップについても議論する。

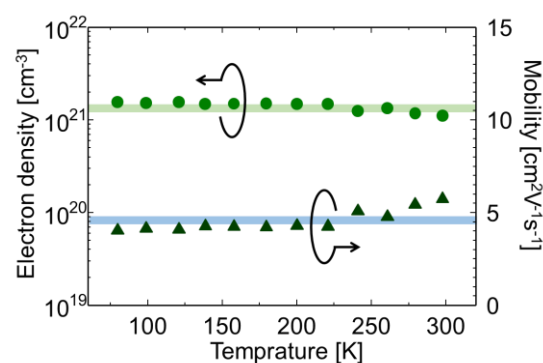


Fig.1. $\text{Mg}_{0.77}\text{Sn}_{1.23}\text{N}_2$ エピ膜の電子密度と移動度の温度依存性

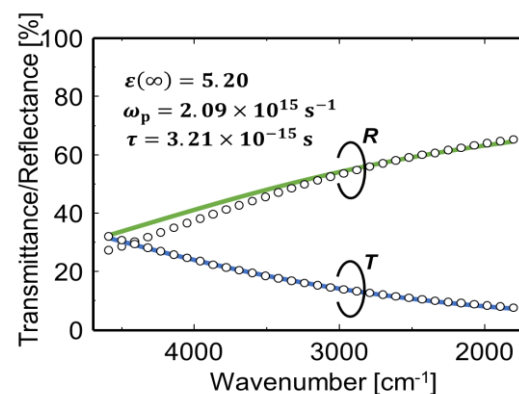


Fig.2 $\text{Mg}_{0.77}\text{Sn}_{1.23}\text{N}_2$ の赤外透過率(T)と反射率(R)スペクトル。丸印は実験値、実線は Drude モデルを用いたベストフィットカーブ。

【参考文献】

- [1] Jaroenjittichai et al., *Phys. Rev. B* **2016**, 94, 125201.
- [2] Markin et al., *Phys. Rev. Lett.* **2019**, 122, 256403.
- [3] Kawamura et al., *Eur. J. Inorg. Chem.* **2020**, 2020, 446.
- [4] Greenaway et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2020**, 142, 8421.
- [5] Yamada et al., *ACS Appl. Electron. Mater.* **2021**, 3, 1341.
- [6] Dumre et al., *J. Phys. Chem. Solids*. **2021**, 153, 110011.