

VGF 法成長による Zn-GaAs バルクのスピンの緩和

Spin relaxation in Zn doped GaAs grown by VGF method

早大先進理工

○安江 雄也, 本多 一輝, 浅川 将輝, 竹内 淳

Waseda Univ.

○Y. Yasue, K. Honda, M. Asakawa and A. Tackeuchi

E-mail address: moukuto@akane.waseda.jp

Vertical Gradient Freeze (VGF) 法とは縦型ポット法の 1 つであり、この方法により成長した半導体結晶は転位密度が低いため、信頼性の高いレーザーや高輝度 LED の材料として使われている¹。本研究では VGF 法成長による Zn ドープ GaAs のスピン緩和過程を時間分解ポンププローブ法によって調べた。

サンプルは、Zn ドープ GaAs バルクで、室温でのキャリア濃度は $1.0\text{-}1.3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ である。スピン緩和過程は円偏光パルスを用いた時間分解ポンププローブ反射計測によって観測した²。光源には極短パルスチタンサファイアレーザーを使用し、測定系の時間分解能は 140 fs である。

Figure 1 に 10 K、励起波長 760 nm、励起光強度 1 mW におけるフォトルミネッセンススペクトルを示す。1.48 eV に PL ピークが観測された。これは Zn のドーピングに起因する発光であると考えられる³。

Figure 2 にノンドープ GaAs の 10 K、励起波長 770 nm、励起光強度 110 mW におけるポンププローブ反射計測の結果とスピン偏極率の時間変化 (挿入図) を示す。測定波長は PL ピーク波長付近で最も信号強度が強く S/N が良い波長を選んだ。 I^+ はポンプ光とプローブ光が同一円偏光の場合、 I^- は逆円偏光の場合の結果である。単一指指数関数近似により得られたスピン緩和時間は 223 ps であった。測定温度 300 K、励起波長 802 nm、励起光強度 110 mW においては 85 ps のスピン緩和時間が得られた。10 K から 100 K までの温度では、スピン緩和時間は変化しなかった。この温度依存性は、電子とホールとの交換相互作用によりスピンの反転する Bir-Aronov-Pikus 効果に起因する可能性が高い⁴。一方、100 K から 300 K までの温度領域では、温度が上がるにつれてスピン緩和時間が速くなる傾向が見られた。このことから、100 K から 300 K までの温度領域においては、伝導帯のバンド構造に生じるスピンスプリッティングが起源である D'yakonov-Perel 効果が寄与している可能性が高い⁵。

我々は以前に VGF 法成長によるノンドープ GaAs についても同様の実験を行っており、測定温度 10 K、励起光強度 110 mW において 448 ps のスピン緩和時間を得ている。本実験結果と比較して、Zn ドープ GaAs はノンドープ GaAs に比べて短いスピン緩和時間を持つことがわかった。

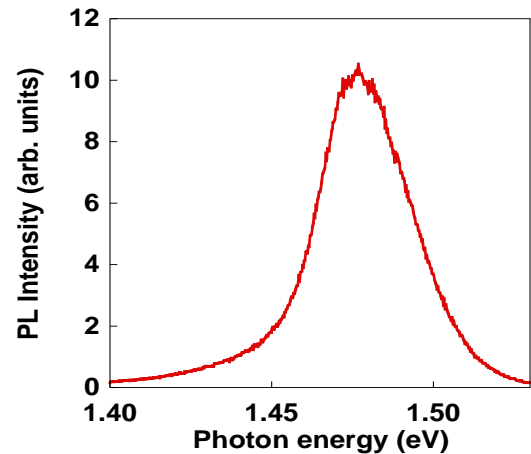


Fig. 1 Photoluminescence spectrum of Zn doped GaAs bulk for the excitation power of 1 mW at 10 K.

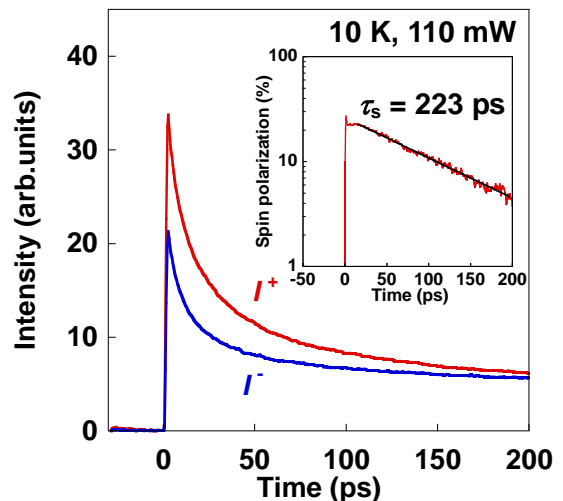


Fig. 2 Time evolution of spin-dependent reflection intensity and spin polarization (inset) in undoped GaAs bulk for the excitation power of 110 mW at 10 K.

¹ M. Baeumler et al., Mater. Sci. Eng. **B91**, 16 (2002).

² A. Tackeuchi et al., Appl. Phys. Lett. **56**, 2213 (1990).

³ M. K. Hudait et al., Mater. Sci. Eng. **B57**, 62 (1998).

⁴ G. L. Bir et al., Zh. Teor. Fiz. **69**, 1382 (1975).

⁵ M. I. D'yakonov et al., Sov. Phys. Semicond. **20**, 110 (1986).