

S ドープ InP バルクのスピンの緩和

Spin relaxation in S doped InP bulk

早大先進理工

○滝沢 将也、田中 大介、飯田 真之、谷川 詩馬、竹内 淳

Waseda Univ.

○ M. Takizawa, D. Tanaka, M. Iida, S. Tanigawa, and A. Tackeuchi

E-mail address: m-tkzw.phys@akane.waseda.jp

InPは、小さな有効質量と高い電子移動度を持つため、高電子移動度トランジスタ(HEMT)等の高速デバイスへの応用において重要である¹。本研究では、時間分解ポンププローブ反射計測により、SドープInPバルクのキャリア緩和及びスピンの緩和を観測し、以前報告したノンドープInPバルクの結果²と比較した。

本研究で用いたサンプルは、n型特性を有する厚さ $350 \pm 25 \mu\text{m}$ のSドープInPバルクである。以前測定したサンプルは、リン空孔によるn型特性を有する厚さ $1100 \mu\text{m}$ ノンドープInPバルクである。キャリア濃度はそれぞれ $2.55 - 2.70 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ と $7.8 - 7.9 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ である。両サンプル共に、英国Wafer Technology 社製であり、成長方法は液体封止チョクラルスキー(LEC)法である。

電子のスピンの緩和の観測には、円偏光時間分解ポンププローブ反射計測を用いた³。励起光源にはフェムト秒超短パルスチタンサファイアレーザーを使用した。本実験系の時間分解能はパルスの時間幅に依存しサブピコ秒である。

Fig. 1、Fig. 2にSドープInPバルク及びノンドープInPバルクの温度10 K、励起光強度60 mWにおけるポンププローブ反射計測の結果を示す。 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反射光強度の時間変化である。スピン偏極率 $(I^+ - I^-)/(I^+ + I^-)$ の緩和に単一指数関数近似を用いて得られたスピンの緩和時間はSドープInPバルクが18.7 ps、ノンドープInPバルクが705 psであった。また室温におけるスピンの緩和時間はSドープInPバルクが25.3 ps、ノンドープInPバルクが46.9 psであった。Fig. 1の I^+ と I^- の和の緩和から二重指数関数近似で求めたSドープInPのキャリア緩和時間は、7.10 psと137 psであった。Fig. 2においても同様の方法で求めると、ノンドープInPのキャリア緩和時間は、260 psと840 psであった。キャリア緩和時間、スピンの緩和時間共に、SドープInPの方が短いことから、不純物が関与するスピンの緩和機構であるElliot-Yafet(EY)効果が働いていると考えられる⁴。

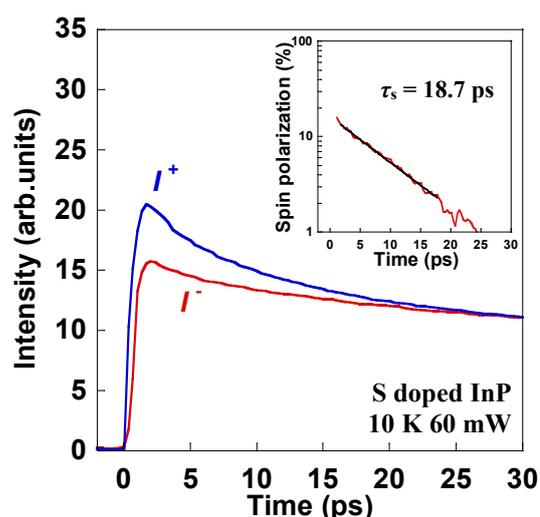


Fig. 1 Time evolutions of spin-dependent reflection intensity and spin polarization in S doped InP at 10 K for the excitation power of 60 mW. Black line shows single exponential fitting.

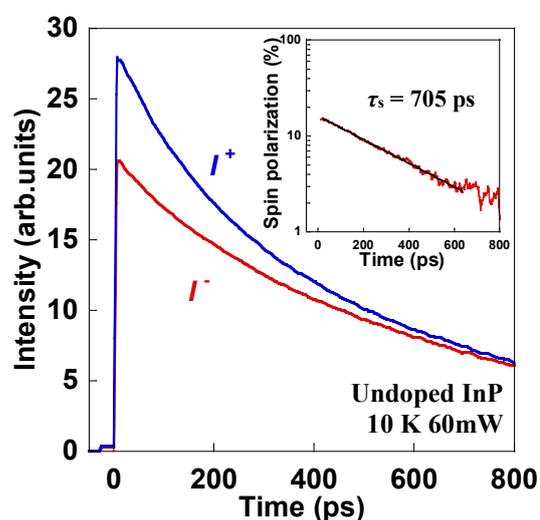


Fig. 2 Time evolutions of spin-dependent reflection intensity and spin polarization in Undoped InP at 10 K for the excitation power of 60 mW. Black line shows single exponential fitting.

¹ Y. Yamashita et al., IEEE Electron Device Lett. **23**, No. 10, 573-575, (2002).

² M. Iida et al., The 77th JSAP Autumn meeting, 14p-C41-10 (2016).

³ A. Tackeuchi et al., Appl. Phys. Lett. **56**, 2213 (1990).

⁴ R. J. Elliot, Phys. Rev. **96**, 266 (1954).