

自由キャリア吸収抑制のための不純物添加高抵抗 GaSe 結晶の液相成長 Liquid phase growth of impurity doped high resistivity GaSe crystal for suppression of free carrier absorption

東北大工¹, ○(D)佐藤 陽平¹, 唐 超¹, 田邊 匡生¹, 小山 裕¹

Tohoku Univ.¹, °Yohei Sato¹, Tang Chao¹, Tadao Tanabe¹, Yutaka Oyama¹

E-mail: s.yohei@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】GaSe 結晶は複屈折性を有する非線形光学結晶であり、同軸位相整合による差周波発生において高効率な THz 波発生が期待できる。また、GaSe 結晶は透過周波数範囲が広いことから広帯域での THz 波発生が見込めるが、その透過性を向上するためには結晶の化学量論組成と結晶多形の制御、高密度の熱平衡点欠陥発生の抑制と低周波 THz 帯の自由キャリア吸収を低減する必要がある。本研究では GaSe の THz 帯と近赤外域の透過性向上に向けて低温成長と印加 Se 蒸気圧制御が可能な蒸気圧制御温度差液相成長法により両性不純物及び遷移金属を添加した GaSe 結晶を作製する。

【実験方法と結果】本研究では Se が飽和溶解した Ga 溶液から GaSe を析出させることで低温成長を行い、結晶多形の制御と高密度の熱平衡点欠陥発生を抑制する。成長中は Ga 溶液に Se 蒸気圧を印加することで結晶からの Se の解離を抑え、化学量論組成制御を行う。また、自由キャリア密度及び自由キャリア吸収を低減するために、溶液に両性不純物元素の Ge または遷移金属元素の Ti を添加し、GaSe 結晶を成長した。顕微ラマン散乱分光測定より、4 種類知られている結晶多形の内、成長した結晶は全て ϵ -type の GaSe 結晶であった。図 1 に示したホール効果測定の結果、GaSe : Ge(0.5at%)ではキャリア密度の減少と伴に移動度も低下したことからキャリア補償が行われた可能性がある。また、2.4THz 以下の低周波 THz 帯における GaSe : Ge(0.5at%)の透過性は故意には不純物を添加していない GaSe 結晶と比較し、向上していたことから、自由キャリアの削減により低周波 THz 波領域の自由キャリア吸収が抑制されたと考えられる。図 2 には THz 帯の吸収スペクトルを Ti の添加量毎に示した。図 2 より Ti の添加による THz 帯の透過性向上が確認されたが、添加量増加に伴い透過性が下がっており、最適添加量の存在が示唆される。

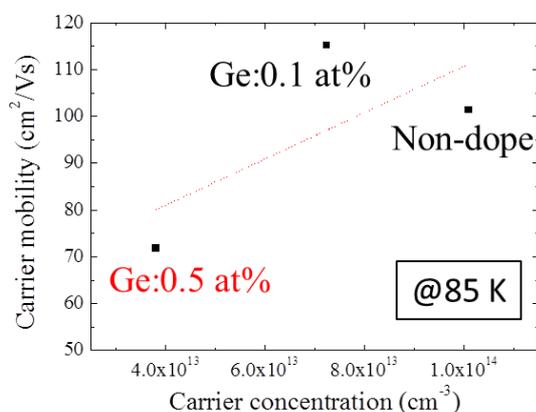


Fig. 1 Carrier concentration dependence of mobility for Ge doped samples

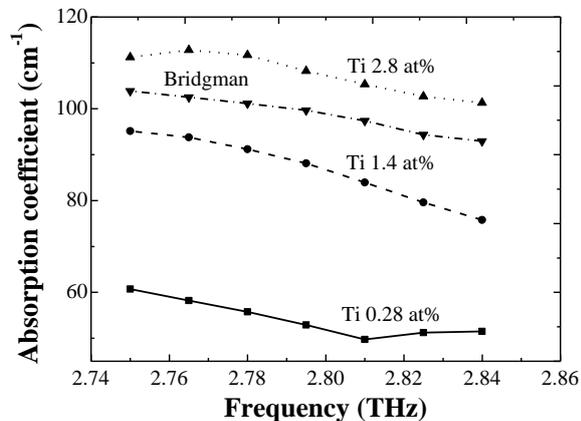


Fig. 2 Doping Ti amount dependence of absorption coefficient at THz frequency range