

## 蒸気圧制御温度差液相成長法による GaSe 結晶成長と評価

Growth of GaSe crystals by liquid phase epitaxy  
under controlled Se vapor pressure and its evaluation

東北大院工, °鈴木 康平, 長井 悠輝, 山本 邦彦, 前田 健作, 斉藤 恭介, 小山 裕

Tohoku Univ., °Kohei Suzuki, Yuki Nagai, Kunihiko Yamamoto,

Kensaku Maeda, Kyosuke Saito, Yutaka Oyama

E-mail: b4tm5320@s.tohoku.ac.jp

【緒言】 GaSe 結晶は差周波混合原理に基づく同軸位相整合による高効率・広帯域 THz 波発生が可能な非線形光学結晶として期待されている。THz 波発生特性向上のためには、結晶ストイキオメトリ組成制御と点欠陥の抑制、さらに遷移金属添加によるキャリアカラーセンター導入が効果的である。本研究では、蒸気圧制御温度差液相成長法により THz 波発生に向けた GaSe の結晶成長を行い、市販 Bridgman 結晶と諸特性を比較した。

【実験】 Se を飽和溶解させた Ga 溶媒に温度勾配を設定し一定の成長温度で GaSe 単結晶を析出させる。結晶成長は溶液上に Se 蒸気圧を印加しながら行われる。成長した結晶のポリタイプの同定を行うためにラマン散乱分光測定及び XRD を適用した。印加 Se 蒸気圧が結晶の光学的特性に与える影響を考察するために、波長  $1\mu\text{m}$  の近赤外光吸収係数測定および THz 帯で透過スペクトラム測定を行った。電気的特性を評価するためにホール係数温度依存性測定を行い、市販 Bridgman 結晶との比較を行った。無添加 GaSe 結晶を用いて、*eo* 差周波混合にて THz 波の発生を行った。

【結果】 液相成長法により成長した結晶は、4 種類知られているポリタイプの内、全て  $\epsilon$ -type の GaSe であった。近赤外光@ $1\mu\text{m}$  の透過測定より、透過能が向上したことを確認したが、これは Se 蒸気圧印加により結晶内への native defect の導入が抑制された結果であると考えられる。THz 帯透過測定の結果から、高周波域の透過特性が改善されたことが確認できたが、これはストイキオメトリ制御により結晶対称性が改善され、

フォノン散乱因子が減少したためと考えられる。キャリア密度温度依存性から、故意には不純物を添加しない無添加結晶は、Bridgman 法によって成長した結晶より浅い準位の形成が確認できた。また、Fe 添加結晶については上記の 2 つの結晶と比べ、禁制帯内により深い準位が形成された。これら液相成長無添加 GaSe 結晶を用いて差周波混合により THz 波の発生に成功した。

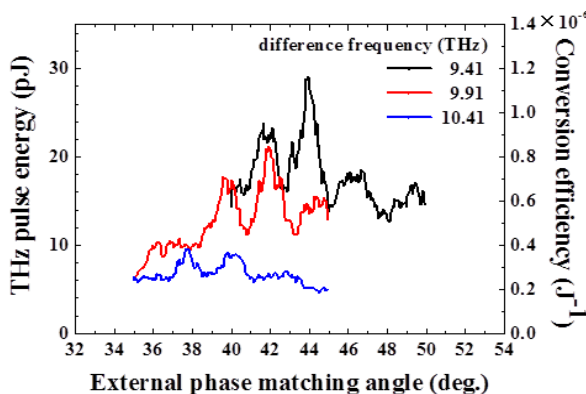


図 1: 本研究で液相成長した無添加 GaSe 結晶による THz 波発生特性。位相整合角度と THz 波パルス出力と変換効率の関係。