

鎖状タリウム化合物における光照射による表面形状変化

梅崎美亜¹, 沈用球¹, 脇田和樹², Nazim Mamedov³,
大阪府大院工¹, 千葉工大工², アゼルバイジャン科学アカデミー³

1. はじめに

光によって物質に変形が誘起される現象は、他の光利用技術と同様に、空間的・時間的制御が容易、非接触で操作可能であるなどの利点を有する。これらを活かし、光駆動アクチュエータ[1]や微細加工技術[2]など、多岐にわたる分野への応用が期待されている。本研究グループは最近、無機材料である3元タリウム化合物において局所的で巨大な光誘起変形現象を見出した[3][4]。しかし、この現象の起源は明らかにされておらず、また、光誘起変形に関する特性評価も十分には行われていない。そこで本研究は、この現象の原因解明および光駆動装置等への応用を目指し、光照射による鎖状タリウム化合物表面形状の変化を定量的に評価した。

2. 実験方法

サンプルとして、鎖状タリウム化合物である TlInSe_2 のバルク単結晶、ポンプ光として、半導体レーザー（波長：408nm）を使用した。

表面形状測定は、次のように行った。サンプルの(100)面を測定面とし、測定面内におけるc軸方向をx軸、c軸と垂直な方向をy軸と定義した。共焦点レーザー変位計により、x軸上の測定ライン（最大測定範囲1100 μm ）におけるサンプル高さ（h）を測定し、2次元的な表面形状をた。また、測定ラインをy軸方向に手動でシフトすることで、3次元的な表面形状評価を実現した。

3. 結果・考察

ポンプ光照射前と、照射後十分に時間が経過した時点で、それぞれ表面形状を測定し、その差を求め、変位形状を評価した。図1に、ポンプ光照射前後のサンプル表面形状を示す。測定は、ポンプ光照射位置を中心として、x軸方向が5 μm 間隔、y軸方向が100 μm 間隔で行われた。また、図1から、各点におけるポンプ光の照射前後のhの差（ Δh ）を計算し、変位形状を求めた。結果を図2に示す。この結果から、ポンプ光スポット中心で特に大きな膨張が生じていることがわかる。

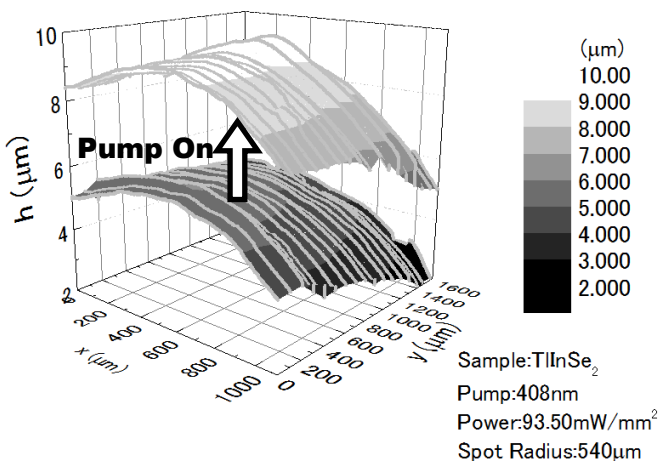


図1 光照射による表面形状変化

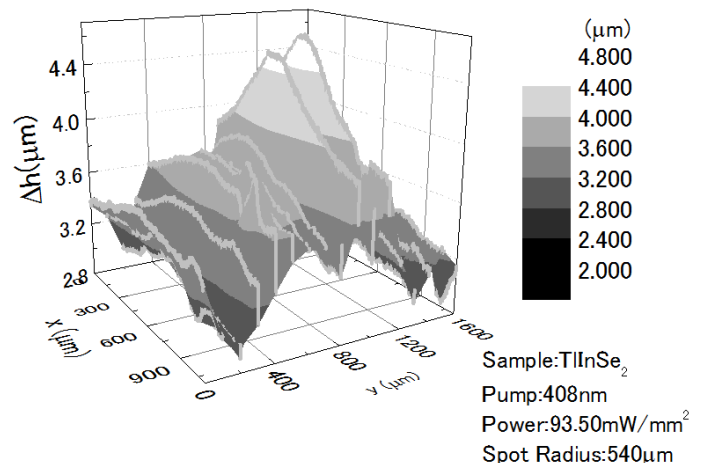


図2 光照射による変位の位置依存性

次に、変位のポンプ光強度依存性を評価した。この実験では、y 軸の値をポンプ光スポット中心に固定し、2 次元的な変位形状を測定した。 Δh のポンプ光強度依存性を図 3 に、測定範囲内で最大の Δh (Δh_{\max}) のポンプ光強度依存性を図 4 にそれぞれ示す。図 4 から、 Δh は、測定した領域では、ポンプ光強度に比例して増大することがわかる。また、光学顕微鏡を用いて測定した TlInSe_2 の光損傷閾値は $2.250\text{W}/\text{mm}^2$ であることから、より高強度のポンプ光を用いることで、さらに大きな変位が可能と考えられる。

また、変位形状の局所性を評価した。図 3 の各測定結果において、測定範囲内で最小の Δh をバックグラウンドとして、ピーク形状の半値全幅を求めた。そのポンプ光強度依存性を図 5 に示す。この図から、ポンプ光強度が増大する程、半値全幅は減少し、より局所的に膨張していることがわかる。これを利用すると、光強度による変形の形状操作が可能であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、光照射による鎖状タリウム化合物表面形状の変化を、定量的に評価した。表面形状変化の 3 次元的再現、および変位局所性のポンプ光強度依存性評価により、変形現象の空間制御性を示した。また、 Δh_{\max} のポンプ光強度依存性を評価した結果、さらに大きな変位が生じる可能性が示された。今後は、層状タリウム化合物における同様の特性評価を進めるとともに、この光誘起変形現象の原因解明、光駆動装置の開発などを試みる。

参考文献

- [1] S. Kobatake *et al.*, Nature **446** (2007) 778.
- [2] M. L. Trunov *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96** (2010) 111908.
- [3] N. Mamedov, K. Wakita, Y. Shim, K. Abe, N. Ogushi, Thin Solid Films, **517** (2008) 1434.
- [4] 朝日 隆志 他, 多元系機能材料研究会平成 22 年度成果報告集, p.86 (2010).

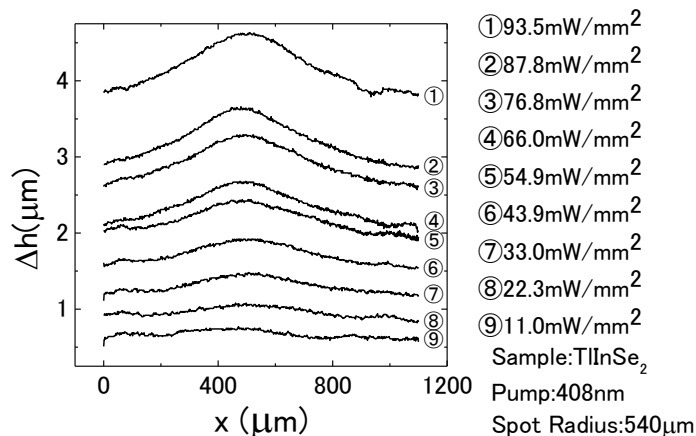


図 3 Δh のポンプ光強度依存性

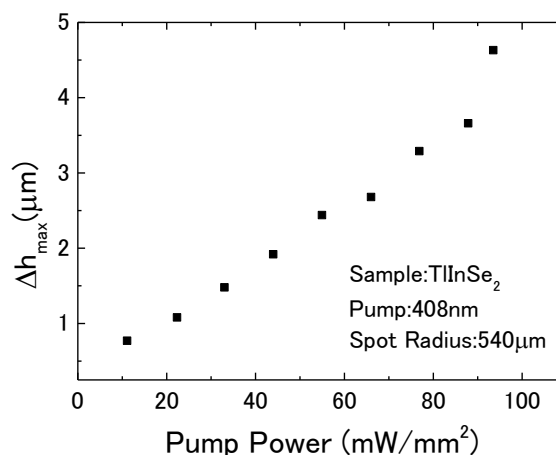


図 4 Δh_{\max} のポンプ光強度依存性

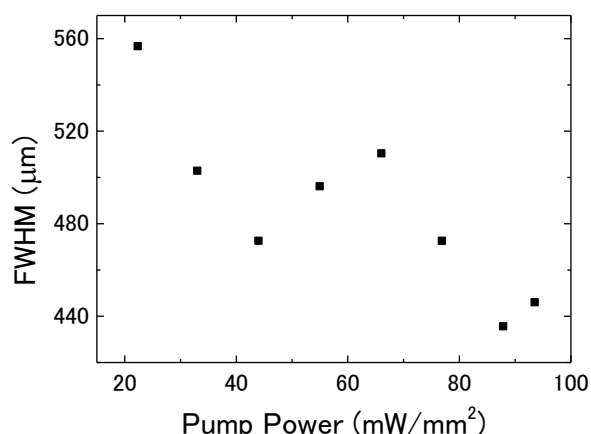


図 5 半値全幅のポンプ光強度依存性