

半絶縁性窒化ガリウムからのテラヘルツ波放射特性と UV 照射による水素脱離

Characteristics of the terahertz emission from semi-insulating gallium nitride and hydrogen dissociation under UV irradiation

阪大レーザー研, ○村上史和, A. Mannan, 芹田和則, 村上博成, 斗内政吉

ILE Osaka Univ., ○F. Murakami, A. Mannan, K. Serita, H. Murakami, M. Tonouchi

E-mail: murakami-f@ile.osaka-u.ac.jp

【背景】窒化ガリウム(GaN)は光デバイスだけでなく、低損失かつ高速なパワーデバイス材料としても注目を浴びている。デバイス構造に半絶縁性(SI)GaNを用いる事で絶縁破壊電圧の改善、ノーマリーオフ動作の実現などが行われているが、一方で SI-GaN の持つ深い欠陥による電流コラプス、on 抵抗の増加なども確認されている[1]。さらなるデバイス性能向上のためには、SI-GaN の表面・界面の欠陥、分極などを評価・理解する事が非常に重要である。我々はフェムト秒パルスレーザーを試料に照射し、発生するテラヘルツ(THz)波を分析することで、試料の物性評価を行うレーザーTHz 放射顕微鏡(LTEM) (Fig. 1)の開発を長年行っており、これまでに GaN の分極の観測、表面のエネルギーバンドの評価などを行ってきた[2,3]。今回この LTEM を用いて SI-GaN からの THz 波放射測定を行った。

【実験方法】non-doped SI-GaN(以降#SI)と、比較対象として過去の研究に用いられた non-doped n-type GaN (#UID), Mg-doped p-type GaN (#MgD) (それぞれ単層膜) の3つの試料の測定を行った。THz 波励起には UV 光源である波長 360 nm のフェムト秒レーザーパルスを使用し、発生した THz 波はダイポール型の低温成長 GaAs 光伝導アンテナにより検出した。

【結果・考察】励起パルス強度 50 mW 時の各試料から放射された THz 波形を Fig. 2(a)に示す。これらの波形から試料表面でのバンドベンディングの状態が推測できるが[3]、#UID、#MgD からの THz 波パルスの極性は反転しており、#SI からの THz 波パルスは#MgD と同じ極性を示している。この結果から#SI は表面バンドが下に曲がっている事が明らかとなった。Fig. 2(b)–(d)は $t = 0$ で励起光を照射し始めてからの THz 波強度の時間変化を示す。測定したピーク位置は Fig. 2(a)に矢印で示した。#SI、#UID では強度変化が見られる一方で、#MgD では変化が起こらない。励起光として用いた UV 光の照射により起こる水素脱離が、エネルギーバンドの変化および THz 波強度の低下を引き起こしていると考えられる。当日の発表では PL 強度の変化や、真空中・大気中での THz 波強度変化の結果についても報告し、UV 照射による水素脱離と THz 波強度の変化の関係を議論する。

【参考文献】

- [1] P.B.Klein, et al. Appl. Phys. Lett. 79, 21 (2001)
- [2] Y.Sakai, et al. APL Photonics 2, 041304 (2017)
- [3] K.Yamahara, et al. Sci. Rep. 10, 1 (2020)

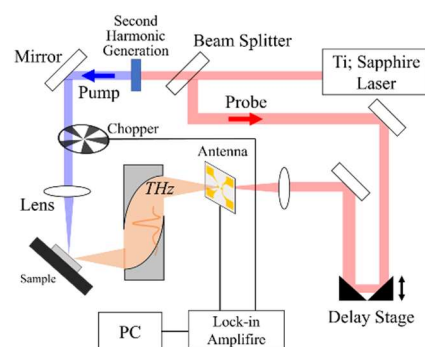


Fig. 1 A schematic diagram of LTEM

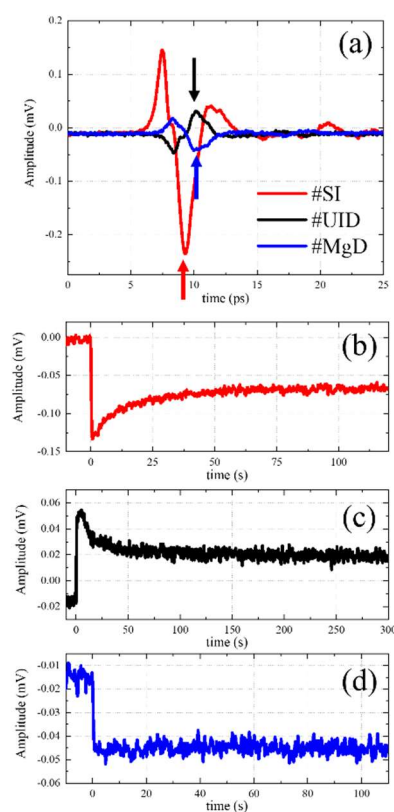


Fig. 2 The THz emissions from three types of GaN. (a) The time-domain waveforms. The changes of THz emission amplitude of (b) #SI, (c) #UID, and (d) #MgD after starting excitation at $t = 0$.