

InGaAs 系 DGG-HEMT 中でのフォトミキシングによるテラヘルツ放射

Terahertz emission with photomixer in an InGaAs DGG-HEMT

東北大通研, °細谷 友崇、佐藤 昭、尾辻 泰一

RIEC, Tohoku Univ., °T. Hosotani, A. Satou, T. Otsuji

E-mail: tomo@riec.tohoku.ac.jp

1, はじめに

半導体電子群の疎密による荷電振動量子：プラズモンを利用したテラヘルツ光源は、コヒーレントかつオンチップ化可能なテラヘルツ源として期待されている。現在までに、ドップラーシフト型と電子走行時間型の 2 つのプラズモン不安定性に立脚したテラヘルツ波放射が報告されている[1]。その他に、第 3 のプラズモン不安定性であるプラズモニックブーム型不安定性に立脚したテラヘルツ波放射が理論的に予測されている[2]。プラズモニックブームとは、電子ドリフト速度がプラズマ速度を超越するときに発生する不安定性である。このプラズモニックブーム型不安定性は、テラヘルツ波帯域において微弱ながらもブロードな利得を持っていることが示されている[3]。本研究では、プラズモニックブームによる広帯域テラヘルツ放射をシード光として、テラヘルツ帯に差周波数を設定した二光波混合赤外線レーザーを照射し、フォトミキシングによる注入同期効果を用いたコヒーレントテラヘルツ波の増幅・放射の実現を目指して実験実証を試みた。

2, デバイス構造と測定

実験には、二重回折格子状ゲート (DGG) を有する InGaAs 系高電子移動度トランジスタ (HEMT) [1]を用いた。二種類のゲート電極に適切にバイアスを印加し、一方のゲート下ではプラズマ速度のほうが高く、他方のゲート下では電子ドリフト速度が高くなるよう電子密度を変調し、プラズモニックブームを発生せしめる。ここに、2, 3, 4 THz に差周波数を設定した赤外線レーザー二光波をデバイス裏面より混合照射した。また、運動量緩和時間増大による共鳴 Q 値向上を期待し、デバイスは液体窒素にて 100 K に冷却した。デバイスからのテラヘルツ波放射は、フーリエ変換赤外分光計 (FTIR) と 4.2 K 動作 Si ボロメータ検出器による測定系を用いて測定した。

3, 結果と考察

無バイアス状態における背景輻射を除外した放射スペクトルを Fig. 1 に示す。バイアス印加に伴う熱的な放射に加えて、赤外二光波照射による (差周波数には依らない) 2~7 THz のブロードな放射が観測された。放射ピーク部分に注目すると、照射差周波 3 THz 時のみに強度低下が見られた。照射差周波 3 THz の放射を基準とした相対強度スペクトルを Fig. 2 に示す。5 THz 付近を中心とした $Q \sim 2.4$ 程度の単峰性の放射強度の増大傾向を確認できた。これより、プラズモン共振器において、2 THz と 4 THz が共振点近傍、そして 3 THz が反共振点近傍にそれぞれ位置し、フォトミキシングによってプラズモン不安定性が誘発されたことが示唆される。なお、4 THz 以下にランダムに見られるピークは、測定装置由来のノイズである。

[1] T. Otsuji *et al.*, *IEEE Trans. THz. Sci. Technol.* **3**, 63 (2013). [2] G. R. Aizin *et al.*, *Phys. Rev. B* **93**, 195315 (2016). [3] T. Hosotani *et al.*, *Int. Conf. IRMMW-THz* 2019.

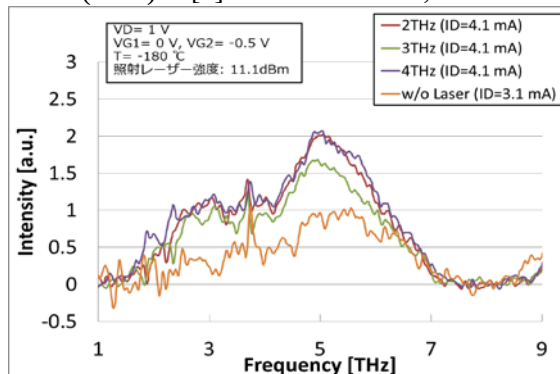


Fig. 1. 背景輻射を除外して得られた放射スペクトル.

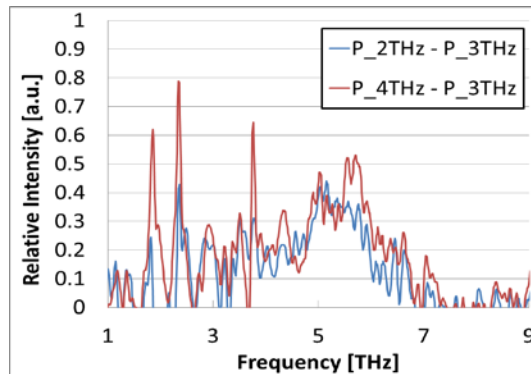


Fig. 2. 差周波 3THz を基準とした 2 THz および 4 THz の相対放射強度スペクトル.