

GaAs/AlGaAs を用いたテラヘルツ帯チューナブル検出素子のゲート電圧による出力変調とキャリア緩和過程

Investigation of the relationship between gate-voltage-controlled modulation of terahertz spectroscopic signal and carrier relaxation process in a GaAs/AlGaAs field-effect transistor

東工大量子ナノエレ研セ, °平野 智之, 鈴木 大地, 小田 俊理, 河野 行雄
QNERC, Tokyo Tech.

°Tomoyuki Hirano, Daichi Suzuki, Shunri Oda and Yukio Kawano

E-mail: hirano.t.au@m.titech.ac.jp

【はじめに】近年テラヘルツ(THz)帯技術の進歩は目ましく、医療や特性解明等様々な応用への期待が高まっている。なかでも THz 波発信器及び検出器のチューナブル化は、今後の応用拡大に必須な技術であり様々な研究が行われているが、感度や変調度という点で未だ問題点を抱えている。我々はサイクロトロン共鳴を利用した THz 帯チューナブル検出素子を作製することで、高感度かつ鋭い吸収ピークを実現、ゲート電圧によって電子状態密度を制御することで、大きな出力変調(On/Off 比=40dB)を達成し、S/N の向上に寄与することができた^[1]。今回は、ゲート電圧による変調原理を解明するために、THz 検出信号と緩和時間の関係について検証を行った。

【実験】Fig. 1 (a) 及び (b) に GaAs/AlGaAs FET を用いた THz 帯分光器の概略図と検出原理を示す。半導体に磁場を印加すると、ランダウ準位が形成される。この時 THz 波を照射すると、ランダウ準位間で電子励起が発生し(サイクロトロン共鳴)、デバイスの電気伝導率が変化する。この電気伝導率の変化が THz 波検出信号である。デバイスを 3.13K の冷凍機に入れて磁場を印加し、THz 波照射に伴う電気伝導率の変化を計測した。Fig. 2 に THz 波の検出及び出力変調の結果を示す。THz 波照射に伴い、サイクロトロン共鳴の理論値($B=6.2\text{T}$)によく一致した磁場強度で共鳴ピークが発生しており、ゲート電圧による信号変調を確認した。また、Fig. 3 に、共鳴付近における THz 波検出信号の緩和時間を観測した結果を示す。THz 波検出信号が大きいほど緩和時間が大きく、電子散乱が小さいことが推察される。これにより、電気伝導率の変化の大きさは、励起された電子の緩和時間に依存することを確認できた。すなわち、ゲート電圧により電子状態密度を制御し、電子の緩和時間を変化させることで、検出信号の出力変調をもたらしている。

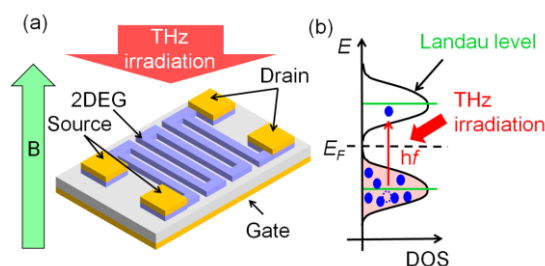


Fig. 1. (a), (b) Sketch of the THz modulator and the absorption mechanism of the THz wave (cyclotron resonance).

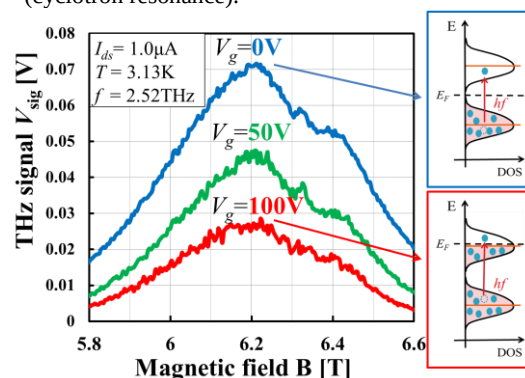


Fig. 2. THz signal versus magnetic field for $V_g = 0\text{V}$, 50V and 100V . The inset shows a sketch of the electron DOS.

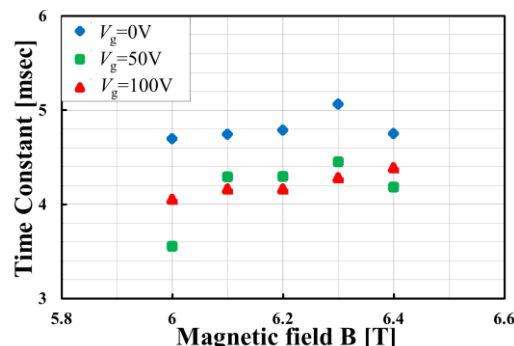


Fig. 3. Time constant τ versus magnetic field for $V_g = 0\text{V}$, 50V and 100V .

[1] Daichi Suzuki, Shunri Oda, and Yukio Kawano, Appl. Phys. Lett. 102, 122102 (2013)