

GaAs/AlGaAs を用いたテラヘルツ帯分光器のゲート電圧による出力変調

Gate-voltage-controlled modulation of terahertz spectroscopic signal
with a GaAs/AlGaAs field-effect transistor東工大理工, [○]鈴木 大地, 小田 俊理, 河野 行雄

Quantum Nanoelectronics Research Center, Department of Physical Electronics,

Tokyo Institute of Technology [○]Daichi Suzuki, Shunri Oda and Yukio Kawano

E-mail: suzuki.d.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】近年テラヘルツ(THz)帯技術の進歩はめざましく、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周波数可変な出力変調は、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、感度や変調度といった点で未だ問題点を抱えている。今回我々はサイクロトロン共鳴を利用した THz 帯分光器を作製することで、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、従来の THz 帯変調器よりもきわめて大きな出力変調($\Delta V_{\text{sig}} = 500\%$)を達成したので、これを報告する。

【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)、デバイスの導電率が変化する。この導電率の変化が THz 波検出信号である。

また、導電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。ゲート電圧により電子状態密度を制御し、電子の緩和時間を増減させることで検出信号の出力変調を行う。Fig. 1 (c) に測定系を示す。デバイスを 2.8K の冷凍機に入れて磁場を印加し、THz 波照射に伴う導電率の変化を、ロックインアンプを用いて計測した。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($B=7.6\text{T}$)によく一致した磁場強度で共鳴ピークが発生していることがわかる。Fig. 2 にゲート電圧が 0V の時と 120V の時の状態密度を示す。ゲート電圧が 0V の時比べ 120V の時ではフェルミ準位近傍での状態密度が多く電子散乱が大きい。その結果励起された電子の緩和時間が短くなるため、共鳴ピークが減少する。この原理により今回我々は $\Delta V_{\text{sig}} = 500\%$ もの非常に大きな出力変調に成功した。この結果は今後の THz 技術として重要である集積化、フィルタ、カメラ等実現の可能性を示している。

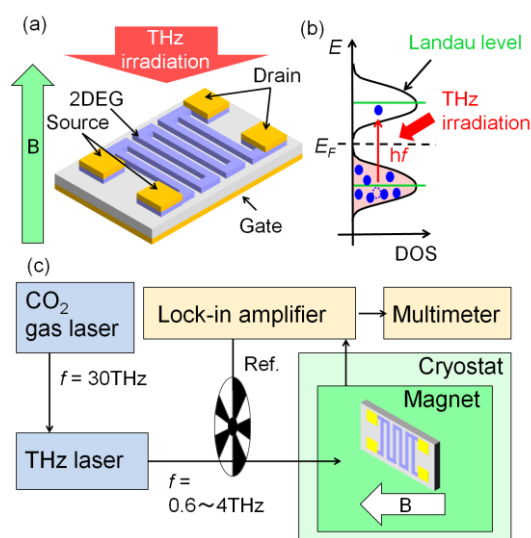


Fig. 1. (a), (b) Sketch of the THz modulator and the absorption mechanism of the THz wave (cyclotron resonance). (c) Measurement system.

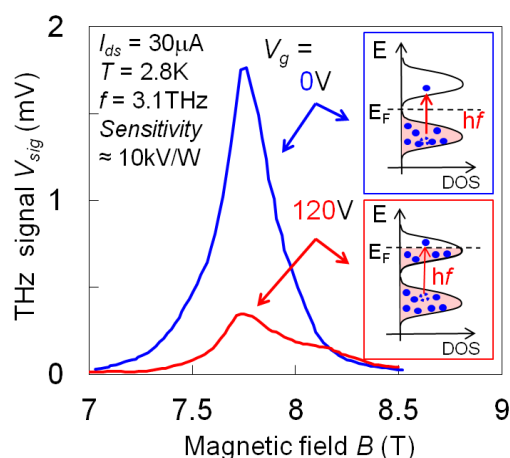


Fig. 2. THz signal versus magnetic field for $V_g = 0$ and 120 V. The inset shows a sketch of the electron DOS.