

グラフェンチャネル FET のサブテラヘルツ帯ミキサ応用

Sub-THz mixer application of graphene channel FET

○菅原 健太¹、川崎 鉄哉¹、Mastura Binti Hussin¹、玉虫 元¹、末光 眞希¹、吹留 博一¹、
可児 淳一²、寺田 純²、桑野 茂²、岩月 勝美³、末光 哲也^{1,3}、尾辻 泰一^{1,3}

(1. 東北大通研、2. NTT アクセスサービスシステム研、3. 東北大電気通信研究機構)

○Kenta Sugawara¹, Tetsuya Kawasaki¹, Mastura Binti Hussin¹, Gen Tamamushi¹, Maki Suemitsu¹, Hirokazu Fukidome¹, Junichi Kani², Jun Terada², Shigeru Kuwano², Katsumi Iwatsuki³, Tetsuya Suemitsu^{1,3}, Taiichi Otsuji^{1,3}

(1. RIEC Tohoku Univ., 2. NTT Access Network Service System Lab., 3. ROEC Tohoku Univ.)

E-mail: k-suga@riec.tohoku.ac.jp

[背景] ユビキタスかつレジリエントな情報通信社会の実現には、無線通信の高速・大容量化と、それに続く光通信と無線通信の融合が必要である [1]. 一方、六員環構造をとる炭素原子のシート材料グラフェンはその特異なエネルギーバンド構造による高い移動度と広帯域に及ぶ一定な光吸収特性を持つことが知られており、ミリ波・テラヘルツ波通信におけるミキサ用超高周波トランジスタのチャネル材料として期待されている [2]. 本研究では、サブテラヘルツ帯の電気信号に重畳された数 GHz のデータ信号を数十 GHz の中間周波数帯に載せ換える光電子融合ミキサとして、グラフェンチャネル電界効果トランジスタ(GFET)を作製し、そのミキシング動作の確認を行った.

[実験結果] GFET は半絶縁性 4H-SiC(000-1)基板上(C 面)に熱分解法で作製したエピタキシャル多層グラフェン(MLG)をチャネルとして、6 nm の自然酸化 Al_2O_3 上に CVD で堆積した 10 nm SiCN の複合膜 [3]をゲート絶縁膜として用いた(Fig.1 右下). GFET の電流遮断周波数(f_t)は ~ 1 GHz と高周波性能に乏しい. しかし、この GFET ゲートに印加した周波数 112.5 GHz のサブテラヘルツ波に最大 5 GHz の変調を加えた RF 信号と、基板裏面から GFET チャネルに照射した波長 1.58 μm , 差周波 87.5 GHz の CW2 光波混合光によって発生する光電流ビート信号(LO)の 2 信号をミキシングし、ドレインへと 25 GHz の中間周波数(IF)信号を取り出すこと(Fig.1)に成功した. 尚、IF 信号は低雑音増幅器(LNA)で増幅した後、電気スペクトラムアナライザで観測を行った. Fig.2 は、RF 信号にデータに見立てた 5 GHz 矩形波変調を加えた時に得られた IF スペクトルである. 高周波性能に乏しい現行の GFET において、25 GHz にキャリア信号成分、 25 ± 5 GHz に変調成分のサイドバンドピークをそれぞれ観測した. 実験結果は、 f_t よりも 2 桁以上高い周波数の RF 信号にグラフェンの真性領域が応答していることを示唆している. 今後の GFET の高周波化によって実用的なテラヘルツ級ミキサが実現できるものと期待される.

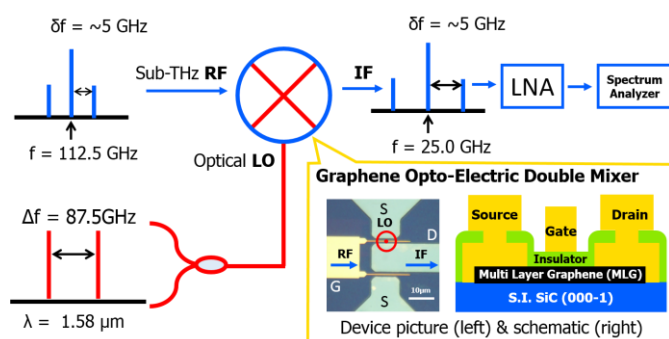


Fig.1 Experimental setup and device features.

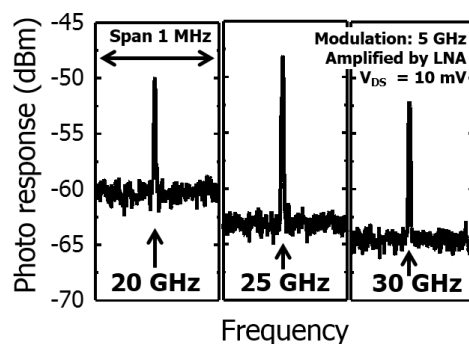


Fig.2 Measured IF spectrum

[謝辞] 本研究の一部は東北大学通研附属ナノ・スピンの実験施設にて行われた.

[参考文献] [1] T. Otsuji, 信学技報 **113**(397), 221-226(2014). [2] T. Kawasaki et al., *Solid-State Elec.* **103**, 216-221(2015). [3] M. H. Jung et al., *Proc. of the IEEE*, **101**(7), 1603-1608(2013)