

3D05

赤外・可視和周波発生顕微鏡による有機電界効果トランジスタ電極界面におけるキャリア空間分布測定

(京大院理¹,分子研²) ○立岡正明¹,中井郁代¹,上田正²,渡邊一也¹,松本吉泰^{1,2}

[序]

近年、有機物質を用いた電子デバイスの開発が盛んに行われており、実用化に向けて研究が進められている。有機電界効果トランジスタ(OFET)もその一つである。

OFETではゲート電圧 V_G を印加することでcarrierが生成され、有機薄膜層と絶縁体薄膜層の界面に分布することが知られているが、どのような空間分布をとるのかは理解されていない。我々は振動分光を用いてcarrierの空間分布マッピングを行うことを目指して赤外・可視和周波発生(SFG)振動分光法と顕微鏡を組み合わせたシステムを構築した。今回ペンタセンを用いたOFETにこれを適用し、SFG顕微鏡画像測定を試みた。

[実験]

試料はSiウェハース上に SiO_2 薄膜(膜厚 150nm)を生成し、その上に金電極(幅 5 μm)を蒸着した後にペンタセン層(膜厚 50nm)を蒸着し作成した。デバイス構造はbottom-contact型である。

測定は既報のSFG顕微鏡を用いた¹⁾。光源にはピコ秒Ti:sapphire再生増幅器を用い、出力(800nm, ~2ps)の一部を‘可視光’とし、残りの出力を用いてOPG/OPAシステムをポンプしその出力のDFGにより赤外光(2650 cm^{-1} ~3200 cm^{-1})を得た。これらの光を試料に照射し、発生したSFG信号像を回折格子に投影し、対物レンズで拡大してCCDカメラで検出した。図1に試料断面図と光学配置模式図を示す。ここで、ゲート電圧 V_G とは、図中に示すソース電極に対するゲート電極の電位を指す。

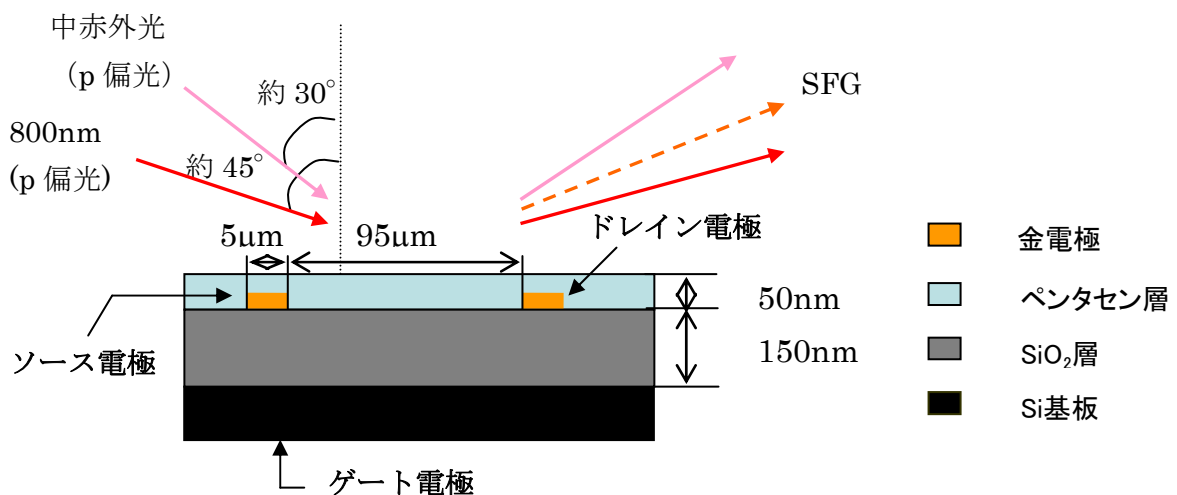


図1 試料断面図及び光学配置模式図

[結果と考察]

$V_G = 0V$ で観測したSFG顕微鏡像を図2に示す。入射光強度の空間分布による規格化は行っていない。2本の金電極部分と電極間領域でSFG信号が顕著に観測されている。ペンタセンを蒸着していない試料でも測定を行ったが、SFG信号が観測されたのは金電極部分からのみであった。従って、電極間領域で観測されたSFG信号はペンタセンに由来するものであると考えられる。また、 $V_G = 0V$ で赤外光を掃引し($2650\text{cm}^{-1}\sim 3200\text{cm}^{-1}$)、振動スペクトルの測定を試みたが、ペンタセンに帰

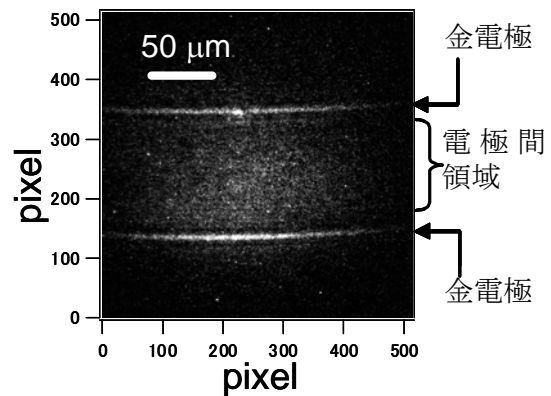


図2 SFG顕微鏡像。

属される明確な振動構造は確認されなかった。従って電極間領域で観測されたSFG信号は振動非共鳴項に由来する信号が支配的であると考えられる。

図2の顕微鏡像を横軸方向に積分した強度プロットを図3に示す。 $V_G \neq 0V$ でも同様の測定を行い、その結果も示した。 V_G を印加することで電極間領域のSFG信号強度が著しく増加していることがわかる。

図3中の矢印で示された電極間領域を積分し、その積分値 I_{SFG} の平方根を V_G に対してプロットした結果を図4に示す。 $(I_{\text{SFG}})^{1/2}$ と V_G の間に比例関係が認められる。

V_G 印加によるSFG信号強度増強機構として 1) V_G 印加により界面に生成したcarrierによる $\chi^{(2)}$ の増大、2) V_G 印加によって発生した局所的な電場による $\chi^{(3)}$ 過程、が考えられる。

SFG信号強度増強の V_G 依存性は試料によって測定結果のばらつきが大きく、低い $|V_G|$ で増強が飽和する試料や増強を示さない試料も存在した。増強を示さない試料ではトランジスタ特性も示さなかったことが確認され、今回観測されたSFG信号強度増強とトランジスタ特性には密接な関係があるものと考えられる。

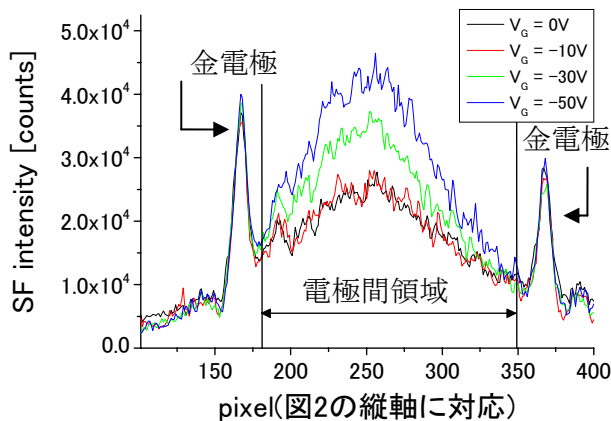


図3 強度プロット

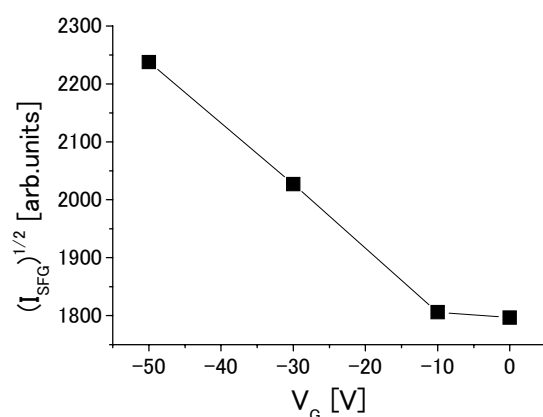


図4 $(I_{\text{SFG}})^{1/2}$ の V_G 依存性

[謝辞] 試料を作成し、ご提供下さったソニー株式会社 鵜川彰人氏に感謝致します。

1) 中井ら、日本化学会第87回春季年会 3 G1 - 29 (2007).