

試料端局所照射による n-AlGaAs/GaAs ヘテロ接合チャネルの光電流

Photo-induced current in n-AlGaAs/GaAs heterojunction channels

driven by local illumination at edge regions of Hall bar

物材機構¹, 豊田工大² ○川津 琢也¹, 野田 武司¹, 間野 高明¹,佐久間 芳樹¹, 榊 裕之^{1,2}NIMS¹, Toyota Tech. Inst.² ○T. Kawazu¹, T. Noda¹, T. Mano¹, Y. Sakuma¹, H. Sakaki^{1,2}

強誘電体や圧電物質などの反転対称性を持たない結晶に光を照射した際、直流電流が生じる現象は、光ガルバノ効果と呼ばれている。この光ガルバノ効果は、等方的なグラフェンや AlGaIn/GaN ヘテロ接合でも観測されており、光の斜め入射や偏光により異方性を生じさせている。本研究では、単純に、無偏光のレーザーを等方的な試料の端に垂直照射することによっても、大きな光電流が生じることを示す。

測定に用いた試料は、変調ドーピングした n-AlGaAs/GaAs ヘテロ接合である。試料はホールバーにプロセスし (図 1(a))、ソース(S)とドレイン(D)間の光電流を室温で測定した。光照射は、波長 808nm、1.5 mW のレーザーを対物レンズで半径約 30 μm のスポットに絞り、図 1(b)の黄線に沿って行った。

図 2 は、レーザースポットの位置に対する SD 電流を示している。SD 電流は、レーザーが S パッドの内側 ($x \sim 0 \mu\text{m}$) から端 ($x = 150 \mu\text{m}$, 図 1(b), 図 2 の i の位置) に近づくにつれて急激に大きくなり、ホールバーの端で最大値 $\sim 40 \text{ nA}$ を示す。この時、単位強度あたりの光電流は、約 27 nA/mW となり、グラフェン ($\sim 3 \text{ nA/mW}$) や AlGaIn/GaN ヘテロ接合 ($\sim 3 \times 10^{-4} \text{ nA/mW}$) の場合に比べて非常に大きい値となった。また、レーザースポットが S と Y パッドの間の領域 ($x = 230 \mu\text{m}$, 図 1(b), 図 2 の ii の位置) では SD 電流は消失し、Y パッドの端 ($x = 300 \mu\text{m}$, 図 1(b), 図 2 の iii の位置) では、D から S へ向かう逆方向の SD 電流 ($\sim 27 \text{ nA}$) が生ずることがわかった。

試料に光を照射すると、電子がヘテロ界面に励起される。レーザー照射は 2 次元電子を局所的に増加させ、過剰な負電荷の放射状の流れが拡散過程により生ずる。一様な表面への光照射の場合には、反対方向の拡散電流が打ち消すため、正味の電流は流れない (図 3 ①)。一方、試料の端にレーザーを照射した場合、異方的な拡散のために、端へ向かう方向の電流が生じる (図 3 ②)。よって、ホールバーの右端 (図 1(b)の i の位置) にレーザーが照射された時には右方向の電流 (S から D) が、左端 (図 1(b)の iii の位置) では左方向の電流 (D から S) が、それぞれ発生する。

測定した光電流は、ボルツマン方程式に基づくモデルと比較し、非常によく一致することがわかった。また、実験と計算の比較から、励起キャリアの再結合時間を見積もった。

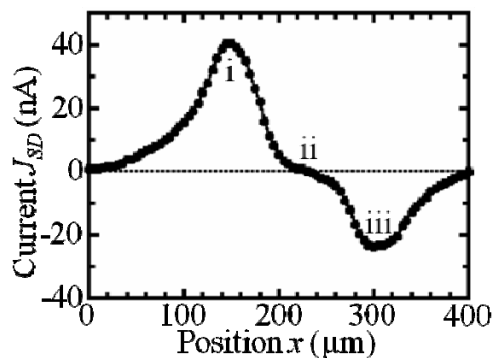


図 2 光照射位置に対する SD 電流

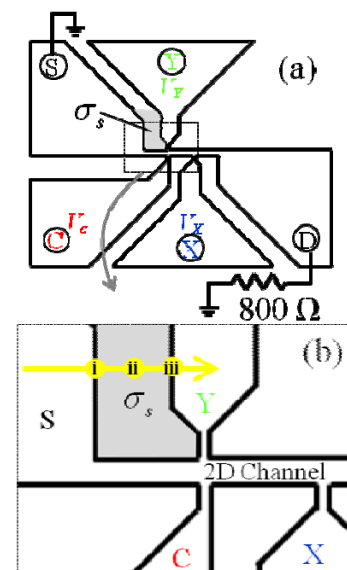


図 1 ホールバー

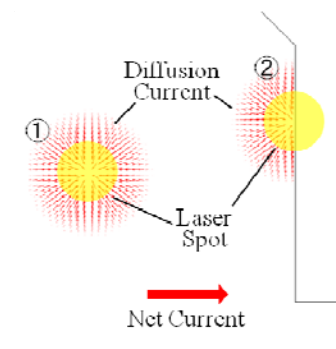


図 3 拡散電流の模式図