

## n-AlGaAs/GaAs ヘテロ接合電界効果トランジスタ における光 AND 演算動作

### Optical AND operation in n-AlGaAs/GaAs heterojunction field effect transistor

物材機構, °川津 琢也, 野田 武司, 佐久間 芳樹

NIMS, °Takuya Kawazu, Takeshi Noda, Yoshiki Sakuma

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、1970年代初頭に活発な研究が行われた。この光ガルバノ効果は、等方的なグラフェンやAlGaN/GaNヘテロ接合でも観測されており、それらの場合、光の斜め入射や偏光を用いて空間的な対称性を低下させている。本研究では、レーザー照射方法を工夫することにより、ヘテロ接合電界効果トランジスタに異方性を引き起こし、面内光電流を生じさせることを試みる。特に、2つのレーザー光が照射されたときのみ電流が生ずるような光AND演算動作を行うことを示す。

測定に用いた試料は、変調ドーブ 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、ドレイン(D)とソース(S)間の光電流  $J_{DS}$  を室温で測定した(図1(a))。光照射には、波長 808nm と 940nm の2種類のレーザーを用いた。波長 808nm のレーザーは、対物レンズで半径約 25 $\mu$ m のスポットに絞り、強度 2  $\mu$ W でドレイン端子の端(図1(a), D)に局所的に照射した。一方、波長 940nm のレーザーは、1.2 mW/mm<sup>2</sup> の強度で金属ゲートに一様に照射した。図1(b)は、波長 808nm (A)、

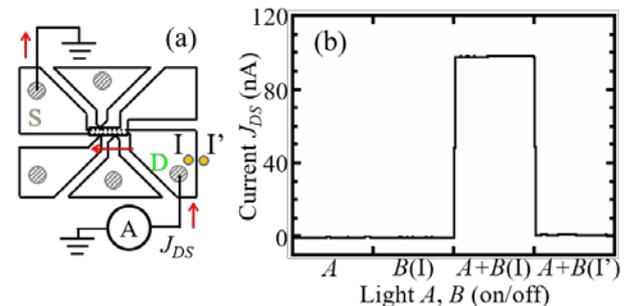


図1 (a)プロセスしたホールバーの模式図。(b)ドレイン-ソース間の光電流  $J_{DS}$  測定結果。

940nm (B(I))、およびそれら両方(A+B(I))のレーザーを照射した時のドレイン-ソース間の光電流  $J_{DS}$  を示している。波長 940nm のレーザーによるゲート様照射(A)や波長 808nm のレーザーによるドレイン端子局所照射(B(I))では、面内光電流を引き起こすことは出来ないが、それら2つを同時に照射すると約 100nA の面内光電流が生ずる(A+B(I))、すなわち、光AND演算動作を行うことがわかる。

n-AlGaAs/GaAsヘテロ接合電界効果トランジスタの金属ゲートに、波長 940nm のレーザーを一様に照射すると、ゲートからチャネルへ電子が遷移する(図2(a))。しかし、そのような左右対称な電子遷移( $R_G$ )は、面内光電流を引き起こさない。一方、試料のゲートのない領域に波長 808nm のレーザーを照射すると、GaAs中に電子-正孔対が励起される(図2(b))。生成した正孔は超格子界面に蓄積し拡散するが、面内光電流には寄与しない。ところが、2つのレーザーを同時に照射すると、ゲート近傍まで拡散してきた正孔のクーロン引力のために、ゲートからチャネルへの電子遷移( $R_G$ )が左右非対称となり、面内光電流( $J_{DS}$ )が引き起こされる(図2(c))。得られたドレイン-ソース電流 ( $J_{DS}$ )は、計算モデルと比較し、光AND演算動作のメカニズムを明らかにした(図3)。

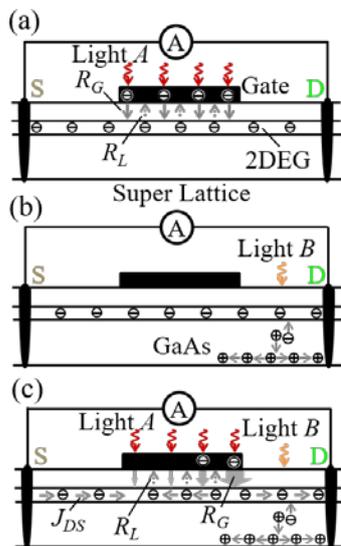


図2 光AND演算の動作モデルの模式図。

謝辞: 本研究の一部は、科研費(課題番号: 17K06364)の助成を受けたものです。

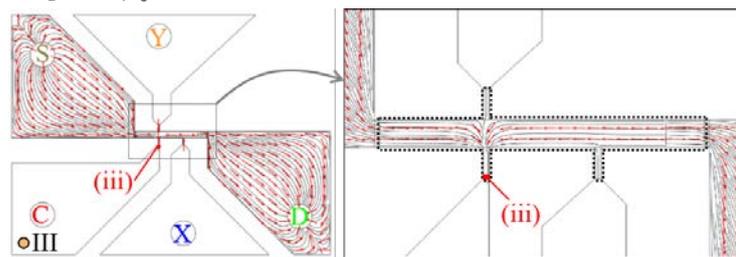


図3 有限要素法による光電流の計算結果。