

課題番号 : F-15-HK-0031
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 半導体表面における弾性表面波によるキャリア輸送
Program Title (English) : Carrier transport by surface acoustic waves on semiconductor surface
利用者名(日本語) : 松田理
Username (English) : O. Matsuda
所属名(日本語) : 北海道大学大学院工学研究院
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

圧電半導体表面を伝播する表面音響波は圧電効果による電場を伴う。この電場を用いて半導体中の荷電キャリアの運動を音響波で制御することができる。¹⁾本研究では、この現象の詳細を調べるために、GaAs(100)基板上に形成されたすだれ状電極を用いて音響波を生成し、その伝播の様子を時間分解 2 次元音響波イメージング法を用いて観測した。測定においては、我々が新たに開発した非同期光パルスプローブ法を用いた。この方法では音響波の励起を信号発生器で行い、測定は励起信号と同期していない繰り返しレーザーパルスを用いて行う。励起と検出が同期していないにもかかわらず時間分解測定が可能な点が特徴である。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置、ヘリコンスパッタリング装置

【実験方法】

GaAs(100)基板上に超高精度電子ビーム露光装置、ヘリコンスパッタリング装置を用いリフトオフにより楕形(電極繰り返し周期 $3.4 \mu\text{m}$)の金電極を形成した。

840 MHz 程度の交流信号を生成する信号発生器の出力を楕形電極に印加して表面音響波を発生させる。モードロック Ti-サファイアレーザー(繰り返し周波数 76 MHz, パルス時間幅 100 fs)の光パルスを遅延光路を介して試料に照射し、光干渉計光学系を用いて音響波による表面変位速度を検出する。励起信号の振動とプローブ光パルスの繰り返し周波数とが一致していないために、測定信号は定常状態にならず、両者に含まれる周波数成分の和および差の周波数で振動している。そこでこの差の周波数の信号を別途生成して、これを参照信号としてロックイン検出をかけると、試料上の振動信号の振幅および位相

の情報が得られる。²⁾、遅延時間と光照射位置を走査して測定を繰り返すことにより、音響波伝播の様子を時間分解の2次元画像として観測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製した試料の SEM 写真を示す。右側に楕形電極が形成されている。左側には将来のキャリア輸送検出のための矩形の金薄膜領域が設けられている。Fig. 2 に表面音響波による表面変位のスナップショットを示す。(実験の都合上、Fig. 2 の観測領域は Fig. 1 の赤枠部分を左に約 135° 回転したものとなっている。) 測定領域は $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ である。枠外左上の電極部分で生成された音響波が試料上を右下方向にビーム状に伝播していく様子が動画として得られた。矩形の金薄膜部分は光反射率が高いため信号も大きく出ている。

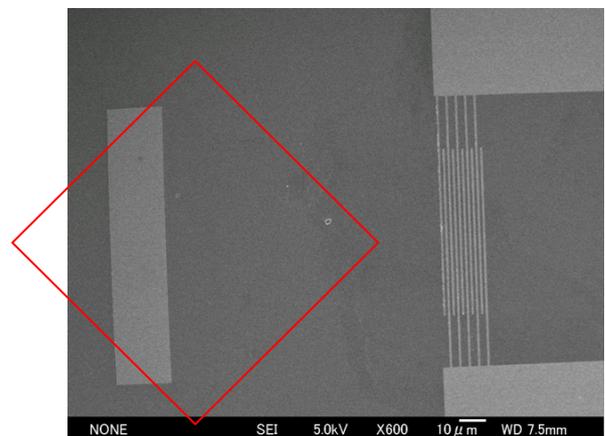


Fig. 1: SEM image of the sample. An interdigital pattern of Au film is formed on GaAs (100) substrate. The acoustic field in the red square region is imaged in Fig. 2.

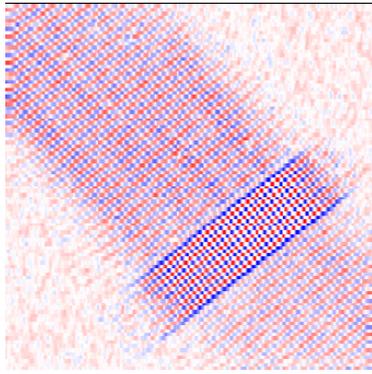


Fig. 2: Snapshot of the surface displacement caused by the surface acoustic waves in the red square region in Fig. 1. The imaging area is $100 \times 100 \mu\text{m}^2$.

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

- 1) T. Sogawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **94**, 131912 (2009).
- 2) O. Matsuda *et al.*, IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control **62**, 584 (2015).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, “非同期光パルスプローブ法による GHz 帯任意周波数表面音響波の時間分解二次元イメージング”, 松田理 他, 2016 年 3 月 20 日 (S322-13).

6. 関連特許 (Patent)

なし。