

課題番号 : F-17-KT-0148  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 新規高性能半導体ウェハ接合技術の開発  
Program Title(English) : Development of novel high-performance semiconductor wafer bonding technologies  
利用者名(日本語) : 内藤壮勤<sup>1)</sup>, 田辺克明<sup>1,2)</sup>  
Username(English) : T. Naito<sup>1)</sup>, K. Tanabe<sup>1,2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 京都大学大学院工学研究科, 2) 京都大学工学部工業化学科  
Affiliation(English) : 1) Graduate School of Eng., Kyoto Univ., 2) Department of Industrial Chemistry, School of Eng., Kyoto Univ.  
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、熱処理、表面処理、半導体接合、太陽電池

## 1. 概要(Summary)

代表的単原子層材料であるグラフェン[1]をコアとする Si/グラフェン/Si ダブルヘテロ構造[2]を、ウェハ接合法により作製した。接合温度の上昇により Si/グラフェン/Si の接合強度が向上することを明らかにした。2 層グラフェンを用いて作製した試料はダイオード性を示し、接合界面のグラフェンの存在を確認できた。本構造は、電子と光の強い閉じ込めによる高効率なナノエレクトロニクスの基盤技術となり得る。また、グラフェン光電子素子の実現に向け、作製した試料につき電圧印加によるグラフェンのバンドギャップ発現を試みた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

電子線蒸着装置、真空蒸着装置

### 【実験方法】

自機関にて、p 型単結晶 Si 基板上に単層グラフェンが転写されたウェハに、同じ p 型 Si 基板をウェハ接合法により接合した[3]。

ナノハブにて、試料の両面に、電流-電圧測定用の電極として、Au-Ge-Ni 合金(80:10:10 wt%)を 10 nm とそれに続く Au を 100 nm 蒸着した。

自機関にて、作製した Si/BLG(二層グラフェン)/Si 試料の接合界面に対して垂直な方向に -20 ~ +20 V の電圧を印加し、同方向に照射した赤外光(0.05 eV ~ 0.85 eV)の透過率をフーリエ変換赤外分光にて測定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

電圧印加をした際、Si/BLG/Si, Si/Si 両試料で 5~20%程度の透過率の波のような増減が観測された。

一定の周期をもって変化していることから、電圧印加で試料温度が上昇し、接合界面中の粒子によりできた空洞(ボイド)が膨張したことにより発生した干渉波である可能性がある。この他に、Si/BLG/Si, Si/Si に大きな差は見受けられず、本条件ではバンドギャップは発現しなかったと考えられる。原因は、①接合界面の電気抵抗値が構造中の他の部分に比べ小さい、②電源機器の出力が小さい、といった理由により、グラフェンに十分な電圧が印加されなかったことが考えられる。

また、接合界面の電流-電圧特性の測定を行ったところ、Si/Si は左右対称な特性を示しているのに対し、Si/BLG/Si では一方向には電流が流れやすいダイオードの特性を示した。先行研究よりグラフェン/シリコンの接触がダイオード性を示すことが報告されており、これにより、接合界面にグラフェンが存在することが確認できた。

## 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] Y. D. Kim et al., Nature Nanotechnol. **10**, (2015) 676.

[2] H. Kroemer, Rev. Mod. Phys. **73**, (2001) 783.

[3] K. Tanabe et al., Sci. Rep. **2**, (2012) 349.

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。