

助成番号

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		水素 - 炭化ケイ素表面反応によるグラフェン低温形成技術の開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Low-temperature formation of graphene by reaction of atomic hydrogen with silicon carbide surface			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓) ナリタ	名) ユズル	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	成田	克	報告年度 YR	2013 年
	ローマ字 CZ	Narita	Yuzuru	研究機関名	山形大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		国立大学法人山形大学 大学院理工学研究科・助教			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>グラフェンは電荷移動度が Si と比較して大きいため、このグラフェンをチャネル材料に使えば、微細化に頼ることなく半導体デバイスの基本素子である電界効果トランジスタの高速化を実現できる。グラフェンを用いたデバイスを実用化するためには、既存の Si デバイスプロセスとの整合性が鍵となる。この解の一つに、Si 基板上に堆積した立方晶炭化ケイ素 (3C-SiC) 膜を真空中で熱アニールすることで SiC 表面をグラフェン化する、「グラフェン・オン・シリコン (GOS) 技術」がある。しかし、高品質なグラフェンを SiC 表面に形成させるためには 1250℃といった高温処理が必要で、実用化の鍵となる“Si デバイスプロセスとの整合性”の観点から、このグラフェン形成温度を低温化し、かつ高品質なグラフェンを形成する技術開発が必要である。グラフェン形成温度の低温化は GOS 技術を Si デバイスプロセス中に組み込むためには必須な課題である。</p> <p>そこで本研究では、半導体プロセスで一般に使われている水素を用いて SiC 表面のグラフェン形成温度の低温化を試みた。具体的には、SiC 表面に水素原子を照射し、水素原子が固体表面の原子 (分子) を引抜く反応を利用するものである。高効率の水素原子源を製作し、1000℃以下でグラフェン形成実験を行った。グラフェン形成の確認には顕微ラマン分光を用いた。その結果、測定したすべてのサンプルにおいて、グラフェン形成を特徴づける G'バンド (~2700 cm⁻¹)、骨格振動の G バンド (~1600 cm⁻¹)、欠陥に由来する D バンド (~1300 cm⁻¹) は観測されなかった。そこで、水素原子を使わずに 900℃で 27.5 時間 SiC 表面のアニール処理実験を行った。その結果、明瞭な G'バンドを観測することは出来なかったものの、D と G バンドが現れたことから、少なくとも 900℃アニールでは SiC 表面から Si 原子は脱離しているが、表面 C 原子のグラフェンネットワーク形成には至っていないことが分かった。今後、水素原子によってこれらの反応が促進する条件を見出すために四重極質量分析計を使い、水素原子照射時に表面から脱離する分子種を観測することで、グラフェンの低温形成技術の確立を目指す。</p>					
キーワード FA	グラフェン	水素原子	炭化ケイ素	表面反応	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Graphene is highly promising material for next generation electronic devices because of properties such as its high carrier mobility. In order to mass produce graphene based devices, compatibility with well established Si device fabrication processes is very important. One possible solution is the use of a “graphene on silicon (GOS)” approach. This could be achieved by first forming an epitaxial thin film of cubic silicon carbide (3C-SiC) on a Si substrate by gas-source molecular beam epitaxy and then annealing in a vacuum to change the SiC surface to graphene. However, to produce a high-quality graphene layer, an annealing of at least 1250°C is required, which is too high to be compatible with current Si device manufacturing processes. Therefore, to make GOS and Si based technology compatible with each other, it is essential to develop a method for forming graphene at a lower temperature.

In this study, low-temperature formation of graphene was attempted based on the reaction between atomic hydrogen and a SiC surface. A simple source of atomic hydrogen was constructed and experiments were carried out at temperatures of less than 1000°C. Raman microscopy was used to determine whether graphene formation had actually occurred. However, under these experimental conditions, the graphene-related G (~1600 cm⁻¹), D (~1300 cm⁻¹) and G' (~2700 cm⁻¹) bands were not observed. To investigate whether sublimation of Si atoms actually occurred at such low temperatures, a SiC surface was annealed at 900°C for 27.5 hours in an ultra-high vacuum (UHV), in the absence of atomic hydrogen. Although no clear G' band was observed in the Raman spectrum, D and G bands did appear. This indicated that although Si atoms were desorbed from the SiC surface, the residual surface C atoms did not form a graphene network.