

研究成果報告書

研究テーマ (和文) AB		h-BN への原子/分子インターカレーション:p-n 接合の実現と紫外線発光			
研究テーマ (欧文) AZ		Atom/molecule intercalation into h-BN: realization of p-n junction and deep-ultraviolet light emission			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)イチノクラ	名)サトル	研究期間 B	2018 ~ 2019 年
	漢字 CB	一ノ倉	聖	報告年度 YR	2019 年
	ローマ字 CZ	Ichinokura	Satoru	研究機関名	東京工業大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京工業大学 助教			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>本研究では窒素とホウ素の層状物質である六方晶窒化ホウ素 (h-BN) に着目する。h-BN は 5.8 eV という非常に大きなバンドギャップを持つ半導体である。このエネルギーは 215 nm の深紫外光に対応するため、殺菌光源等への応用が考えられるが、発光デバイスの作製に必要なキャリアドーピング、すなわちエネルギーバンド操作の方法が確立していない。これは、通常の半導体で用いられる元素置換法が困難なためである。本研究では h-BN 表面へ電子親和力の大きい有機分子を吸着させたり、基板との界面へイオン化エネルギーの小さいアルカリ金属を侵入(インターカレーション)させることで、h-BN に電荷移動を生じてキャリアドーピングが可能であるか否か確かめた。</p> <p>まず、ロジウム薄膜上に化学気相蒸着法により作製した単原子層 h-BN にリチウムとセシウムを蒸着した。すると、h-BN のエネルギーバンド位置がそれぞれ 1.7 eV と 2.6 eV シフトすることが明らかとなった。これは、リチウムやセシウムが h-BN と基板との界面へ侵入し、電荷移動を起こして電気双極子を作ることによって強力な電場を発生させ、それが h-BN のバンドのエネルギーを変化させていると考えられると理解できる。これは h-BN への直接のキャリアドーピングではないが、h-BN のエネルギーバンドの形状を調べるには非常に有効な手段である。よって基礎科学的に重要な知見であるため 2019 年の日本表面科学会年次大会で発表し、講演奨励賞を受賞した。現在、この成果を論文発表する準備を進めている。</p> <p>h-BN へのキャリアドーピングを成功させるためには基板への電荷移動を防ぐことが重要であるとわかったため、よりバンドギャップの大きい酸化膜付きのシリコン基板上に h-BN を転写し、そこへのリチウム蒸着も行った。すると、今度は 0.5eV 程度のバンドシフトが見られた。これは h-BN へのキャリアドーピングが生じている可能性があるため、現在解析を行っている。</p>					
キーワード FA	六方晶窒化ホウ素	ワイドギャップ半導体	インターカレーション		

(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 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

In this research, we focused on hexagonal boron nitride (h-BN), which is a layered material of nitrogen and boron. h-BN is a semiconductor with a very large band gap of 5.8 eV. Since this energy corresponds to deep ultraviolet light of 215 nm, it can be applied to germicidal light sources. However, carrier doping, namely the energy band manipulation necessary for producing a light emitting device has not been established. This is because the element substitution method used in ordinary semiconductors is difficult. In this study, we aim to achieve the charge transfer to h-BN by adsorbing organic molecules with high electron affinity or by intercalating alkali metal with high ionization energy into the interface with the substrate.

First, lithium and cesium were vapor-deposited on the monoatomic layer h-BN produced by the chemical vapor deposition method on the rhodium thin film. Then, it became clear that the energy band positions of h-BN are shifted by 1.7 eV and 2.6 eV, respectively. Here, lithium or cesium seem to penetrate into the interface between h-BN and the substrate. They cause a charge transfer, and create an electric dipole to generate a strong electric field, which changes the energy of the h-BN band. This does not mean a direct carrier doping to h-BN, but it is a very effective to investigate the shape of the energy band of h-BN. Therefore, because it is an important knowledge in basic science, we presented it at the 2019 Annual Meeting of the Surface Science Society of Japan and received the lecture encouragement award. We are currently preparing for the publication of these results.

Since it was found that preventing charge transfer to the substrate is important for successful carrier doping of h-BN, we transferred h-BN to a silicon substrate with the oxidized surface, which has a larger band gap than h-BN. A band shift of about 0.5 eV was observed by the lithium vapor deposition, implying the carrier doping to h-BN.