

## 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	量子振動測定によるナノワイヤー熱電変換素子の特性評価				
研究テーマ (欧文) AZ	Thermoelectric properties of nano-wire element by observing quantum oscillations				
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)ハセガワ	名)ヤスヒロ	研究期間 B	2009～ 2010年
	漢字 CB	長谷川	靖洋	報告年度 YR	2010年
	ローマ字 CZ	Hasegawa	Yasuhiro	研究機関名	埼玉大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	埼玉大学・准教授				
概要 EA (600字～800字程度にまとめてください。)	<p>熱を電気に直接変換可能な熱電変換素子は、二酸化炭素削減の点で注目されている。しかしながら、エネルギー変換効率が低い故に、実用化には至っていない。本研究では、高いエネルギー変換効率を目指し、直径数百nm程度のBi製ナノワイヤー熱電変換素子を作製している。ナノワイヤー熱電変換素子は、ワイヤー直径が小さいが故に、その物性測定が非常に困難である。本研究者の作製したナノワイヤー熱電変換素子は、物性測定を考慮して全体を石英ガラスで覆われている。液体ヘリウム温度領域での磁気抵抗からの量子振動を測定することによって、簡便で且つ多くの情報が得られることを鑑み、ナノワイヤー熱電変換素子の特性を明らかにすることを目的とする。</p> <p>Shubnikov-de Hass (SdH) 効果は、磁場を印加することによって電子の軌道が量子化されることにより生じる振動する磁気抵抗のことであり、金属や半金属、半導体のフェルミ面を決定するために用いられる。本研究では石英ガラスに覆われた直径725nm、長さ2.370mmのBiナノワイヤー熱電変換素子を作製し、7テスラまでの磁場中でSdH振動を観測した。石英ガラスを通して、高輝度X線を使ったLaue測定を行い、単結晶の結晶方向を求め、Biの有効質量テンソル・バンド構造から電子及びホールのフェルミ準位を決定し、キャリア密度を導出した。これより、2Kでのキャリア密度は<math>1.9 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}</math>であり、この値はバルクの値とほぼ同値であり、本研究者が作製したナノワイヤー熱電変換素子は、単結晶であり不純物の混入が無視できるほど高品位であることが明らかになった。</p> <p>熱電変換素子としてそのエネルギー変換効率が向上するためには、一次元状態密度の導入が不可欠であり、その実験的な証明はフェルミ準位の決定に直結する。本研究を通して、Biナノワイヤー熱電変換素子の量子振動解析手法が確立でき、別途ワイヤー直径を小さくしていき、フェルミ準位を決め、一次元化導入の有無の確認を行っていく。</p>				
キーワード FA	ナノワイヤー	量子振動	一次元化導入		

(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>	High-precision temperature control and stabilization using a cryocooler							
	著者名 <sup>GA</sup>	Y. Hasegawa, D. Nakamura, et al.	雑誌名 <sup>GC</sup>	Review of Scientific Instruments					
	ページ <sup>GF</sup>	094901-1~4	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	0	巻号 <sup>GD</sup>	81
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Crystal orientaiton and transport propeties of 633-nm-diameter bismuth nanowire							
	著者名 <sup>GA</sup>	Y. Hasegawa, D. Nakamura, et al.	雑誌名 <sup>GC</sup>	Journal of Electronic Materials					
	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>	Estimation of Fermi energy and carrier density from Shubnikov-de Haas oscillations on a 725 nm bismuth nanowire encased in quartz template							
	著者名 <sup>GA</sup>	D. Nakamura, Y. Hasegawa et al.	雑誌名 <sup>GC</sup>	Applied Physics Letters					
	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 EZ

Shubnikov-de Haas (SdH) oscillations were measured under a longitudinal magnetic field at 2 K in an individual single-crystalline bismuth nanowire, 725 nm in diameter and 2.37 mm long, encased in a quartz template. SdH oscillations were clearly observed at 2 K in a longitudinal magnetic field between 2 and 7 T, and the period of the SdH oscillations was approximately  $0.17 \text{ T}^{-1}$ . The Fermi energy for electrons was estimated from the oscillation period to be 23.6 meV. A carrier density of  $1.9 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  was obtained from the Fermi energy. The results indicated that the nanowire samples within the quartz templates were high-purity single crystals, and suitable for the accurate measurement of thermoelectric properties.