

様 式 Z - 7

平成 2 5 年度科学研究費助成事業 実績報告書 (研究実績報告書)

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 基盤研究(B) 4. 研究期間 平成 2 4 年度 ~ 平成 2 6 年度
5. 課題番号

2	4	3	6	0	0	1	8
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 歪み半導体の表面近傍における歪み量と価電子構造の研究

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
3 0 3 1 4 5 3 7	タケダ サクラ 武田 さくら	物質創成科学研究科	助教

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
2 0 1 0 7 3 9 5	タカハシ トシオ 高橋 敏男	東京大学・物性研究所	教授

9. 研究実績の概要

歪み印可半導体のバンド分散構造解明を目指し、歪み量の精密測定とバンド分散構造の精密測定を行うべく研究を進めている。前年度に開発した超高真空 (UHV) 中の高分解能ラマン分光装置と研究分担者らのX線回折、LEED I-Vによって本年度は以下の項目を達成した。

1. 機械的に1軸引張り歪みを印可したシリコンの歪み量のラマンマッピング
これまでに開発したUHV歪み印可装置を用いて、シリコンウエハに1軸引張り歪みを印可し、その歪み量及び、歪み量の場所依存性を開発したUHVラマン分光装置を用いて測定した。その結果1軸歪み印可によってシリコンラマンピークがこれまでの所最大で5cm⁻¹レッドシフトした。これは0.7%の歪みに対応している。UHV内でシリコンに機械的に歪みを印可したこれまでの報告例(0.3%)と比較すると本研究で印可している歪み量は倍以上であり、十分な量の歪みを印可出来ていることが明らかになった。更に、試料上の異なる点でラマン測定を行い、1軸歪みが試料上でどのように分布しているかを明らかにした。

2. 2軸引張り歪みシリコンの電子状態と歪み量の測定
30nmの歪みシリコン層が貼り合わせられている歪みシリコンオンインシュレータ (sSOI) について、研究代表者らがUHVラマン分光による歪み量の測定と角度分解光電子分光による電子状態の測定、研究分担者らがLEED I-Vによる歪み量の測定を行った。ラマン分光及びLEED I-V測定で得られた歪み量はどちらも0.6%であった。この歪み層のバンド分散構造を角度分解光電子分光を用いて行い、価電子帯頂上の分散構造を明らかにした。SiGe上の歪みシリコンについてX線回折及びLEED I-Vの精密評価を行った。

10. キーワード

- (1) 歪みシリコン (2) ARPES (3) Raman (4) バンド分散
(5) 価電子帯 (6) LEED I-V (7) XRD (8)

11. 現在までの達成度

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

初年度開発したUHVラマン分光の測定結果が順調に出ており、性能も当初の計画通りである。また目標に据えている機械的1軸歪み印可機構の評価も開発したUHVラマン分光装置を用いて行い、良好な結果を得た。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

一軸引張り歪み印可したシリコンの歪み量と歪みの空間分布が明らかになったので、今後は角度分解光電子分光による価電子帯バンド分散構造の測定を行う。2軸引張り歪みシリコンに関しては当初の目的通り測定を行った結果、価電子帯分散と歪み量の関係に新しい知見が得られたため、表面近傍の歪み量を研究分担者らによるLEED-IV測定で更に詳細に調べる。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

経費の削減に勉めた結果、次年度使用額を残すことが出来た。

(使用計画)

より多くの実験が可能となるよう、消耗品費に充当させることを計画している。

13.研究発表(平成25年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(2)件 うち査読付論文 計(2)件

著者名		論文標題			
C. Sakai, S. N. Takeda and H. Daimon		System to measure accurate temperature dependence of electric conductivity down to 20 K in ultrahigh vacuum			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁
Review of Scientific Instruments	有	84, 075103	2	0 1 3	075103-1-6
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
http://dx.doi.org/10.1063/1.4812336					

著者名		論文標題			
El Said A. Nouh, Sakura N. Takeda, Fumihiko Matsui, Ken Hattori, Tomohiro Sakata, Naoyuki Maejima, Hirotsuke Matsui, Hiroyuki Matsuda, Tomohiro Matsushita, László Tóth, Makoto Morita, Satoshi Kitagawa, Ryo Ishii, Masayoshi Fujita, Kaoru Yasuda and Hiroshi Daimon		Lattice distortion of porous Si by Li absorption using two-dimensional photoelectron diffraction			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁
Journal of Materials Science	有	49	2	0 1 4	35-42
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1007/s10853-013-7799-2					

(学会発表) 計(11)件 うち招待講演 計(1)件

発表者名		発表標題	
武田さくら		「メタシリコン:量子化と歪みでどこまで変わるか」	
学会等名	発表年月日	発表場所	
メタX(メタエックス) version 3.0(招待講演)	2013年08月22日	奈良先端科学技術大学院大学(奈良県・生駒市)	

発表者名	発表標題	
Nur Idayu Ayob, Sakura Nishino Takeda, Makoto Morita, Tomohiro Sakata and Hiroshi Daimon	Effect of Indium Deposition on the Hole Subband of Si (111) Surface	
学会等名	発表年月日	発表場所
2013 JSAP-MRS Joint Symposium	2013年09月19日	Doshisha University, Kyoto·Kyotanabe)

発表者名	発表標題	
坂田智裕, 武田さくら, 山谷寛, ヌルイダユ, 北川幸祐, 久米田晴香, 小久井一樹, 大門寛	角度分解光電子分光によるPb吸着Ge(001)表面におけるバンド分散構造の観察	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本物理学会秋季大会	2013年09月25日～2013年09月28日	徳島大学(徳島県・徳島市)

発表者名	発表標題	
小久井一樹, 武田さくら, 坂田智裕, 北川幸祐, 久米田晴香, 大門寛	超薄膜Silicon on insulator(SOI)の表面構造と電子状態	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本物理学会秋季大会	2013年09月25日～2013年09月28日	徳島大学(徳島県・徳島市)

発表者名	発表標題	
坂田 智裕, 武田さくら, 大門寛	フラッシュアニールによるドーパント分布変化が及ぼす表面近傍の電子状態への影響	
学会等名	発表年月日	発表場所
第2回 表面科学の新展開を探る研究会	2013年09月29日	奈良先端科学技術大学院大学(奈良県・生駒市)

発表者名		発表標題	
久米田晴香, 武田さくら, 坂田智裕, 北川幸祐, 小久井一樹, 竹内克行, 中尾敏臣, 前田昂平, 桃野浩樹, 大門 寛		歪み量測定用 UHVラマン装置の構築	
学会等名		発表年月日	発表場所
2013年真空・表面科学合同講演会		2013年11月26日～2013年11月28日	つくば国際会議場(茨城県・つくば市)

発表者名		発表標題	
北川幸祐, 武田さくら, 森田誠, 坂田智裕, 久米田晴香, 小久井一樹, 竹内克行, 中尾敏臣, 前田昂平, 桃野浩樹, 大門寛		Si(001)上Bi薄膜における表面電子状態の膜厚依存性	
学会等名		発表年月日	発表場所
関西薄膜・表面物理セミナー		2013年11月29日～2013年11月30日	グリーンビレッジ交野(大阪府・交野市)

発表者名		発表標題	
S. N. Takeda, H. Kumeda, K. Maeda, H. Momono, K. Takeuchi, H. Nakao, K. Kitagawa, T. Sakata, A. K. R. Ang, H. Daimon		Raman spectroscopy on Uni-axially Strained Silicon	
学会等名		発表年月日	発表場所
Symposium on Surface and Nano Science 2014		2014年01月15日～2014年01月18日	New Furano Prince Hotel, (Hokkaido・Furano)

発表者名		発表標題	
T. Sakata, S. N. Takeda, Artoni Kevin Roquero Ang, K. Kitagawa, H. Kumeda, K. Koku1, H. Nakao, K. Takeuchi, H. Momono, K. Maeda, H. Daimon		Electronic Structure on Pb-Adsorbed Ge(001)	
学会等名		発表年月日	発表場所
Symposium on Surface and Nano Science 2014		2014年01月15日～2014年01月18日	New Furano Prince Hotel, (Hokkaido・Furano)

発表者名	発表標題	
坂田智裕、武田さくら、小久井一樹、Artoni Kevin Roquero Ang、竹内克行、中尾敏臣、前田昂平、桃野浩樹、北川幸佑、久米田晴香、大門寛	高分解能角度分解光電子分光法によるGe(100)表面近傍のバンド構造の解明	
学会等名	発表年月日	発表場所
ゲートスタック研究会 - 材料・プロセス・評価の物理 - (第19回)	2014年01月24日～2014年01月25日	ニューウェルシティ湯河原(静岡県・熱海市)

発表者名	発表標題	
小久井一樹、武田さくら、坂田智裕、Artoni Kevin Roquero Ang、竹内克行、中尾敏臣、前田昂平、桃野浩樹、北川幸佑、久米田晴香、大門寛、堀田昌宏、菱谷大輔、佐野泰久	Silicon on insulatorの超薄膜化プロセス、電子状態測定への試み	
学会等名	発表年月日	発表場所
ゲートスタック研究会 - 材料・プロセス・評価の物理 - (第19回)	2014年01月24日～2014年01月25日	ニューウェルシティ湯河原(静岡県・熱海市)

(図書) 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

(出願) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

(取得) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15.備考

--