

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 4月27日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560323

研究課題名（和文） 表面再構成制御成長法を用いたSi上InSb系超高速・超低消費電力デバイスの作製

研究課題名（英文） Fabrication of InSb-based high-speed and low power devices on Si by using surface reconstruction controlled epitaxy.

研究代表者 森 雅之（MORI MASAYUKI）

富山大学・准教授 研究者番号：90303213

研究成果の概要（和文）：超高速・超低消費電力デバイスへの応用が期待されているInSbを用いたFETを実現するため、Si基板上に非常に薄いInSbを表面再構成制御成長法を用いて成長し、その上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>絶縁膜を10～30nm堆積された、新しい擬似整合量子井戸型の電界効果トランジスタを作製し、評価した。その結果、InSb層の膜厚が15nm、ゲート長5μm、ゲート幅40μmのデバイスにおいて、相互コンダクタンスが63mS/mmという比較的良好な特性が得られた。

研究成果の概要（英文）：InSb has attracted much interest for application of ultra-fast and low power devices. To realize the InSb-based FET, we prepared the quasi-pseudomorphic quantum well MOSFETs, in which the thin InSb layer was grown on Si(111) substrate by using surface reconstruction controlled epitaxy, and 10-30nm-thick Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> layer was deposited on the InSb layer. As the results, our quasi-pseudomorphic QW-MOFET device with 15nm-thick InSb layer, gate length of 5μm and gate width of 40μm showed high transconductance of 63mS/mm.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：InSb、表面再構成制御成長法、ALD、quasi-pseudomorphic QW-MOSFETs

## 1. 研究開始当初の背景

2005年のIEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)において、非常に高い電子移動度と高い電子飽和速度をもったInSbを使用したロジックLSI向けトランジスタが発表された。これにより、Sbkeikagoubutu hanndoutai,特にInSbへの関心が高まった。Intelによって報告されたInSbを用いたトランジスタ(QW-FET)は、版絶

縁性GaAs基板上に作製されたものであるが、ポストSi-CMOSを考えれば、従来のSi-LSI技術の利用や素子作製コスト削減の観点からもSi基板上でのInSbを用いたデバイスの作製技術の確立は極めて重要である。高速デバイス以外にも、磁電変換素子、赤外線検出器、熱電変換素子などInSbの応用範囲は広く、現在様々な研究機関でInSbを用いたデバイスの開発・研究が進められている。しか

し、いずれも GaAs を基板として利用しており、Si 基板を用いた例はない。これは、Si と InSb との間の大きな格子不整合(約 19.3%)のため、ヘテロエピタキシャル成長が極めて困難なためである。

我々はこれまでに、Si 基板上の In や Sb 吸着による表面再構成構造と InSb のヘテロエピタキシャル成長の関係に着目し、体積の極初期段階の表面再構成がその後の InSb のヘテロエピタキシャル成長に大きな影響を持つことを明らかにしてきた。特に、ある条件のもとで In 及び Sb を Si(111)基板上に 1 原子層程度吸着させた場合(InSb 単分子層が形成)、その上に成長した InSb 薄膜が Si 基板に対して 30° 回転することを発見した。面内で 30° 回転すると、格子不整合が約 3.3% に軽減されるため、InSb/Si 界面における転位の発生が大幅に抑制され、結晶性、電気的特性が向上する。これはエピタキシャル成長が困難とされる InSb/Si 系において、高品質の薄膜を得るための非常に重要な発見である。

## 2. 研究の目的

本申請は、我々が開発した表面再構成制御成長法という新しい成長技術を用いて、高品質な InSb 量子井戸構造を Si 上に形成し、それを高速デバイスに応用しようというものである。

Si-CMOS のスケール限界が近づくにつれて、化合物半導体が注目されてきている。特に InSb は Si に比べて非常に高い電子移動度と電子飽和速度を有しており、超高速・超低消費電力デバイス材料として期待されている。しかし、バンドギャップが狭いため、AllnSb 等のバンドギャップの大きな材料で挟んで量子井戸構造を作り、InSb をチャネル材料として用いることで、超高速動作を実現する。本研究では、絶縁膜として Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を原子層堆積法 (ALD) により形成するが、InSb のバンドギャップは、絶縁体である Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜はもとより、下地の Si よりもかなり小さい。このため、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/InSb/Si 構造が、擬似的な量子井戸として機能し、キャリアの閉じ込めが可能であると考えられる。このことを実証し、新規な構造を持った Si 基板上 InSb 系の高速デバイスの実現を目指す。まずは、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/InSb MOS ダイオードを作製し、その C-V 特性から InSb MOSFET の実現可能性を評価する。

また、デバイス作製に利用できるような高品質な InSb 薄膜を Si 基板上に成長させるため、これまでの成長条件を見直し、成長条件のさらなる最適化も試みる。

## 3. 研究の方法

本研究では、地域共同研究センター内に設

置された材料表面分析装置で作製した InSb 薄膜を用いた。InSb 薄膜上に原子層堆積法 (ALD) を用いて Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を 250°C で形成し、電極には Sn を用いた n 型オーミック電極を用いた。InSb 層の膜厚、オーミック電極のアニール温度、ゲート絶縁膜厚などを最適化し、Si 基板上に InSb 系 MOSFET の実現を目指す。デバイス作製可能なレベルの InSb 薄膜を作製するため、InSb 単分子層形成時の初期 In 被覆量およびその上の 1 層目の InSb 層の成長条件 (成長温度、成長レート、膜厚) に着目し、作製した InSb 薄膜を、X 線回折測定 (XRD)、走査型電子顕微鏡 (SEM)、電気的特性の結果により評価する。

## 4. 研究成果

### ① 高品質な InSb 薄膜の成長

高品質な InSb 薄膜を得るため、InSb 単分子層形成時の初期 In 被覆量およびその上の 1 層目の InSb 層の成長条件 (成長温度、成長レート、膜厚) に着目した。

1 層目の InSb 層の成長条件のうち、成長温度成長に関しては、基板温度を 200°C から 240°C まで上昇させる (低温) と、200°C から 390°C まで上昇させる (高温) の 2 種類を、成長レートは 0.1nm/min (遅い) と 6nm/min (早い) の 2 種類、膜厚は 3nm (薄い) と 30nm (厚い) のそれぞれ 2 種類、計 8 種類の成長条件で試料を作製し、結晶性、電気的特性によって 1 層目の InSb 薄膜成長における最適条件を調査した。InSb 単分子層形成時の初期 In 被覆量を 2.0ML に固定し、また 2 層目成長時の基板温度を 380°C から 440°C まで徐々に変化させるという条件を固定し、1 層目の成長条件のみを変化させた。その結果、いずれの InSb 薄膜も面内で 30° 回転し、これらの成長条件の変更が、結晶性や面内回転には影響を及ぼさないことが分かった。また、電気的特性に関しては、成長温度が”高い”、成長レートが”遅い”、膜厚が”薄い”条件で 1 層目を成長させた試料において、38,000cm<sup>2</sup>/Vs というもっとも高い電子移動度が得られた。この値は、Si 基板上に直接成長した 1μm 程度の膜厚の InSb としては非常に高いものである。

最適化した 1 層目の InSb 薄膜の成長条件を用いて、過去に作製した初期の In 被覆量が 0.33、0.75、2.0ML とした試料を作製したところ、全ての InSb 結晶が Si 基板に対して 30° 回転していた他に、初期 In 被覆量の増加とともに電子移動度の増加が観察された。このことは、移動度のさらなる増加へのキープポイントが、結晶の 30° 回転よりも初期 In 被覆量の最適化にあることを示している。そこで、InSb 単分子層形成時の初期 In 被覆量の最適化を行うことにした。InSb 単分子層形成時の、初期の In 被覆量を 0.33、0.75、1.0、1.25、1.5、2.0ML と変化させ、その後の 1ML

のSb吸着条件、1層目、2層目のInSb薄膜成長条件を固定して、移動度の変化を調べた。移動度の初期In被覆量依存性を図1に示す。

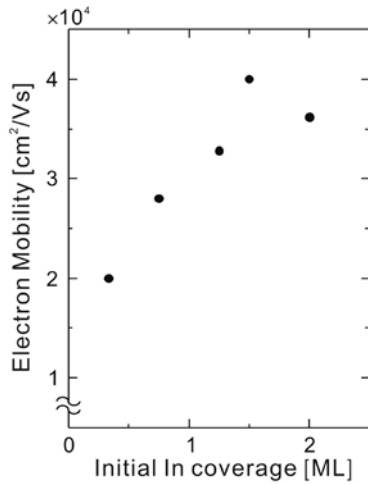


図1 電子移動度の初期In被覆量依存性

図1から明らかなように、InSb単分子層形成時の初期In被覆量が、1.5MLの時も最もInSb薄膜の電子移動度が高く、厚さ $1\mu\text{m}$ の試料において約 $40,000\text{cm}^2/\text{Vs}$ であった。1.5MLのIn被覆量は、 $\sqrt{7} \times \sqrt{3}$ -In-recの飽和被覆量である1.2MLよりも多いが、その後のSb吸着の際、Si-In結合がSi-Sb結合にとって代わるため、In原子はSb原子上に弱く吸着することになる。この際、一部のIn原子がSb表面から脱離しInが不足するため、飽和被覆量よりも多い試料で最も電子移動度が高くなったためと考えられる。初期In被覆量が1.5ML以上の場合は、逆にInが過剰となり、表面にInアイランドが形成され、これが、膜中への転位の発生源になるためと考えられる。

上記のInSb薄膜の1層目の成長条件、及びInSb単分子層形成時の初期In被覆量の最適化により、電子移動度が $40,000\text{cm}^2/\text{Vs}$ というこれまでの2倍に向上し、デバイス作製が十分に可能となったと考えられる。

#### ②InSb系デバイスの作製

高品質なInSb薄膜が得られるようになったため、これを用いたInSb系デバイス(FET)の実現を目指した。まず、実現可能性を調べるため、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}$  MOSダイオードを試作し、C-V特性を測定した。InSb層の厚さを10nmから $1\mu\text{m}$ まで変化させ、この上に30nmの $\text{Al}_2\text{O}_3$ 絶縁膜をALDにより $250^\circ\text{C}$ で堆積させた。比較のため、InSb単結晶基板上に同様な $\text{Al}_2\text{O}_3$ 絶縁膜を堆積した試料も作製した。図2に作製した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}/\text{Si}$  MOSダイオードの光学顕微鏡写真を示す。



図2  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}$  MOSダイオード

エピタキシャル膜のC-V特性は、非常に高い電子移動度を示していたにも関わらず、InSb単結晶試料と比較して容量変化が非常に小さかった。これは、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}$ 界面に非常に多量の界面準位が存在していることを示唆している。また、InSb層の膜厚が50nm以下の場合、図3から分かるように、InSb層の膜厚の減少とともに容量変化量が大きくなり、6nmや10nm厚の試料では単結晶試料とほぼ同様の容量変化を示した。これは、InSb層の膜厚が減少することで臨界膜厚に近づき、結晶性が向上しているためである。

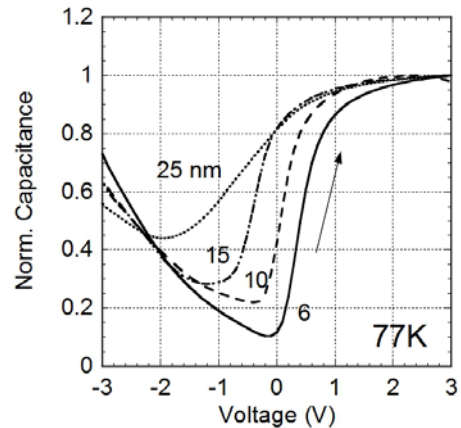


図3 様々なInSb層厚に対するC-V曲線

C-V特性の結果から、MOSFETの実現可能性が示されたため、実際にMOSFETを試作し、その特性を評価した。図4はInSb層の厚さ10nm、ゲート長 $5\mu\text{m}$ 、ゲート幅 $40\mu\text{m}$ の試料における、 $I_d$ - $V_d$ 特性である。ゲート電圧を-1Vから1Vまで0.2Vステップで表している。また、図5に作製した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}/\text{Si}$  擬似整合MOSFETの光学顕微鏡写真を示す。この特性から、Si基板上に成長させた10nmという非常に薄いInSb薄膜がトランジスタとして動作していることが分かる。この特性から相互コンダクタンスを求めると、 $63\text{mS}/\text{mm}$ とゲート長 $5\mu\text{m}$ のデバイスとしては比較的良い値が得られた。しかし、リーク電流も観察されており、基板側に電流がリークしていることが分かる。この問題については、SOI基板を用いることで、解決できるものと考えられる。

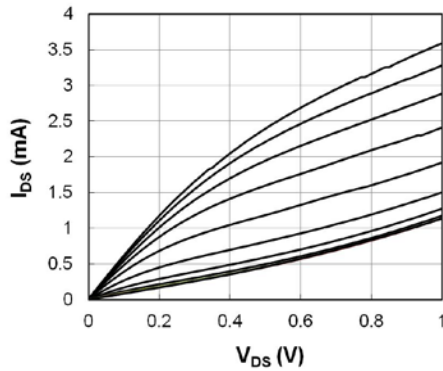


図4 InSb MOSFET の電流・電圧特性

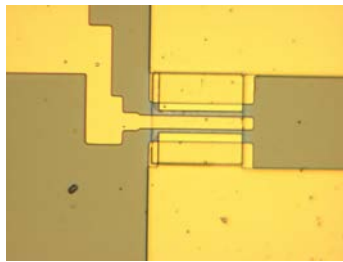


図5 InSb MOSFET の光学顕微鏡写真

今回作製した新規な構造をした  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}/\text{Si}$  pseudomorphic MOSFETでは、Si基板上に直接成長させた極薄(10nm程度)InSb層で作製されており、これにより、超高速・超低消費電力デバイスを、安価なSi基板上に短時間で(分厚いバッファ層やInSb薄膜を成長させる必要がない)、作製することができることを実証した。今後は、デバイス特性の向上を進める必要があるが、そのためには、界面準位密度やリーク電流の低減が必要である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ① T. Ito, A. Kadoda, K. Nakayama, Y. Yasui, M. Mori, K. Maezawa, E. Miyazaki, T. Mizutani, Effective mobility enhancement in  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}/\text{Si}$  quantum well MOSFETs for thin InSb channel layer., Jpn. J. Appl. Phys. 52, 査読有, (2013) 04CF01.
- ② A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, M. Mori, K. Maezawa, E. Miyazaki, T. Mizutani, Characterization of  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}/\text{Si}$  MOS diode having various InSb thicknesses grown on Si(111) substrates, Semiconductor Science and Technology 27, 査読有, (2012), 045007.
- ③ M. Mori, Y. Yasui, K. Nakayama, K. Nakatani, K. Maezawa, Effect of initial

In coverage for preparation of InSb bilayer on electrical properties of InSb films grown by surface reconstruction controlled epitaxy, Jpn. J. Appl. Phys. 51, 査読有, (2012), 02BH03

- ④ S. Khamseh, Y. Yasui, K. Nakayama, K. Nakatani, M. Mori, K. Maezawa, The effects of deposition conditions of InSb first layer on electrical properties of n-type InSb films grown with two step growth method via InSb bilayer, Jpn. J. Appl. Phys. 50, 査読有, (2011) 04DH13.
- ⑤ K. Nakayama, K. Nakatani, S. Khamseh, M. Mori, K. Maezawa, Step hall measurement of InSb films grown on Si(111) substrate using InSb bi-layer, Jpn. J. Appl. Phys. 50, 査読有, (2011) 01BF01.
- ⑥ M. Mori, S. Khamseh, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Murata, M. Saito, K. Maezawa, InSb films grown on the V-grooved Si(001) substrate with InSb bi-layer. Physics Procedia, 3, 査読有, (2010), pp.1335-1339.
- ⑦ T. Iwasugi, M. Mori, H. Igarashi, K. Murata, M. Saito, K. Maezawa, Heteroepitaxial growth of InSb films on the patterned Si(001) substrate, Physics Procedia 3, pp.1329-1333.

[学会発表] (計27件)

- ① 前澤宏一、伊藤泰平、角田梓、中山幸二、安井雄一郎、森雅之、宮崎英志、水谷孝、Si基板上に直接成長した極薄InSb膜をチャンネルとした $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}$  MOSFET、電子情報通信学会、電子デバイス研究会、北海道大学、2013年2月27-28日(2012)
- ② M. Mori, Heteroepitaxial growth of InSb on Si by using surface reconstruction controlled epitaxy, Collaborative Conference on Crystal Growth (3CG 2012), Orland, USA, Dec. 11-14 (2012)
- ③ M. Mori, Y. Yasui, K. Nakayama, A. Kadoda, T. Ito, K. Maezawa, C. Tatsuyama, High electron mobility InSb film on Si grown by surface reconstruction controlled epitaxy and its application for MOSFETs, the 10<sup>th</sup> Japan-Russia Seminar on Semiconductor Surfaces (JRSSS-10), Univ. of Tokyo, Japan, Sep. 26-28 (2012)
- ④ T. Ito, A. Kadoda, K. Nakayama, Y. Yasui, M. Mori, K. Maezawa, E. Miyazaki, T. Mizutani, Effective mobility enhancement in

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/InSb/Si quantum well MOSFETs for thin InSb channel layer, 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2012), Kyoto, Japan, Sep. 24-26 (2012)
- ⑤ M. Mori, Y. Yasui, N. Nakayama, M. Miura, K. Maezawa, Heteroepitaxial growth of AlInSb on a Si(111) substrate using surface reconstruction controlled epitaxy, the 17<sup>th</sup> International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE2012), Nara Prefectural New Public Hall, Japan, Sep.24-28 (2012)
- ⑥ K. Maezawa, T. Ito, A. Kadoda, N. Nakayama, Y. Yasui, M. Mori, E. Miyazaki, T. Mizutani, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/InSb/Si quantum well MOSFETs having ultra-thin InSb layer, Device Research Conference (DRC), Penn State Univ. (USA), Jun.18-20<sup>th</sup> (2012)
- ⑦ K. Maezawa, A. Kadoda, T. Ito, Y. Yasui, M. Mori, E. Miyazaki, T. Mizutani, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/InSb/Si MOS diodes with an ultrathin InSb layer grown directly on Si(111) substrates using surface reconstruction controlled epitaxy, 11<sup>th</sup> Expart Evaluation & Control of Compound Seiconductors Materials & Technologies (EXMATEC), Island of Porquerolles (France), May 30<sup>th</sup>- Jun. 1 (2012)
- ⑧ 森雅之、中谷公彦、中山幸二、安井雄一郎、角田梓、岩杉達矢、前澤宏一、宮崎英志、水谷孝、表面再構成制御成長法を用いたSi上への高移動度InSb薄膜の成長とその応用、電気学会「シリコンナノデバイス集積化技術」調査専門委員会、「クラウド時代のユビキタス電子デバイス」調査専門委員会合同委員会、法政大大学、2011年11月22日(2011)
- ⑨ 細谷耕右、伊藤泰平、安井雄一郎、中山幸二、角田梓、森雅之、前澤宏一、n-InSbに対するSn系オーミック電極の検討、平成24年応用物理学会北陸・信越支部学術講演会、2011年11月16-17日、富山県民会館、(2011)
- ⑩ 角田梓、岩杉達矢、中谷公彦、中山幸二、森雅之、前澤宏一、表面再構成制御成長法を用いたSi(111)基板上のInSb MOSダイオードの作製、電子情報通信学会電子デバイス研究会、長岡技術科学大学、2011年7月29-30日(2011)
- ⑪ 森雅之、中山幸二、中谷公彦、安井雄一郎、前澤宏一、表面再構成制御成長法を用いた高移動度InSb薄膜の成長、電子情報通信学会電子デバイス研究会、名古屋大学、2011年5月19-20日(2011)
- ⑫ A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, M. Mori, K. Maezawa, An Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/InSb/Si MOS diode having an ultra-thin InSb layer, 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2011), Nagoya, Japan (2011)
- ⑬ M. Mori, Y. Yasui, K. Nakayama, K. Nakatani, K. Maezawa, Effect of initial In coverage for preparation of InSb bilayer on electrical properties of InSb films grown by surface reconstruction controlled epitaxy, 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2011), Nagoya, Japan, (2011)
- ⑭ K. Maezawa, A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, K. Imaizumi, M. Mori, E. Miyazaki, T. Mizutani, Characterization of InSb MOS diodes on Si substrate prepared by surface reconstruction controlled epitaxy, 35<sup>th</sup> Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (WOCSDICE 2011), Catania, Italy, May 29-Jun.1 (2011)
- ⑮ 安井雄一郎、中山幸二、中谷公彦、森雅之、前澤宏一、Si上高移動度InSb薄膜のためのInSb単分子層形成条件の最適化、2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会、2011年8月29-9月2日、山形大学(2011)
- ⑯ 大川一成、河合太宮人、中谷祐介、橋本将視、森雅之、前澤宏一、化合物半導体上におけるInSbナノワイヤーの成長、2011年電気学会電子・情報システム部門大会、2011年9月7-9日、富山大
- ⑰ 中山浩二、安井雄一郎、中谷公彦、森雅之、前澤宏一、InSb単分子層を介したSi基板上への高移動度InSb薄膜の作製、2011年電気学会電子・情報システム部門大会、2011年9月7-9日、富山大
- ⑱ S. Khamseh, K. Nakatani, K. Nakayama, M. Mori, K. Maezawa, High electron mobility InSb films grown on Si(111) substrate via  $\sqrt{7}\times\sqrt{3}$ -In and  $2\times 2$ -In surface reconstruction, 2010 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2010), Tokyo, Japan, Sep. 22-24 (2010)
- ⑲ A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, M. Mori, K. Maezawa, InSb MOS diode on a Si(111) substrate grown by surface reconstruction controlled epitaxy, 2010 International

- Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2010), Tokyo, Japan, Sep. 22-24 (2010)
- ⑳ A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, M. Mori, K. Maezawa, InSb MOS diode on a Si(111) substrate grown by surface reconstruction controlled epitaxy, 2010 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2010), Tokyo, Japan, Sep. 22-24 (2010)
- 21 K. Nakatani, K. Nakayama, S. Khamseh, M. Mori, K. Maezawa, High electron mobility InSb films grown on Si(111) with InSb bi-layer, The 3<sup>rd</sup> International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO2010), Toyama, Japan, Jun. 22-25 (2010).
- 22 K. Nakayama, Kn Nakatani, S. Tsuji, M. Mori, K. Maezawa, Step hall measurement of InSb films grown on Si(111) with InSb bi-layer, The 3<sup>rd</sup> International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO2010), Toyama, Japan, Jun. 22-25, (2010)
- 23 T. Kawai, M. Mori, I. Ookawa, Y. Nakaya, K. Maezawa, InSb nanowires grown on a GaAs substrate using Au catalyst, the 37<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS 2010), Takamatsu, Japan, May 31 - Jun 1st (2010)
- 24 岩杉達矢、カマセ・サラ、角田梓、中谷公彦、森雅之、前澤宏一、InSb単分子層を介したV溝加工したSi(001)基板上へのInSb薄膜の成長、電子情報通信学会電子デバイス研究会、北陸先端科学技術大学院大学)
- 25 中山幸二、中谷公彦、安井雄一郎、サラ カマセ、森雅之、前澤宏一、表面再構成制御成長法を用いた高移動度InSb薄膜の成長、2011年春季第58回応用物理学関係連合講演会(3月24-27日、神奈川工科大学)
- 26 大川一成、河合太宮人、中谷祐介、真屋和幸、橋本将視、森雅之、前澤宏一、GaAs基板上におけるInSbナノワイヤーの作製、平成22年度応用物理学学会北陸・信越支部学術講演会(11月19-20日、金沢大学)
- 27 中山幸二、中谷公彦、安井雄一郎、サラ カマセ、森雅之、前澤宏一、InSb単分子層

を用いた高移動度InSb薄膜のヘテロエピタキシャル成長、平成22年度応用物理学学会北陸・信越支部学術講演会(11月19-20日、金沢大学)

- 28 角田梓、岩杉達矢、中谷公彦、中山幸二、森雅之、前澤宏一、表面再構成制御成長法で成長したSi(111)基板上のInSbMOSダイオードの作製、平成22年度応用物理学学会北陸・信越支部学術講演会(11月19-20日、金沢大学)

[その他]

ホームページ等

<http://www3.u-toyama.ac.jp/nano/>

<http://www3.u-toyama.ac.jp/morimasa/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

森 雅之 (MORI MASAYUKI)

富山大学・大学院理工学研究部・准教授

研究者番号：90303213

### (2)研究分担者

( )

研究者番号：

### (3)連携研究者

前澤 宏一 (MAEZAWA KOICHI)

富山大学・大学院理工学研究部・教授

研究者番号：90301217