

## 自己評価報告書

平成23年5月9日現在

機関番号：82110

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20310064

研究課題名（和文）1次元Si(110)表面構造を利用したナノドット規則配列構造の創製とストレス制御

研究課題名（英文）Fabrication of ordered array structure using strained one-dimensional structure of Si(110)

研究代表者

朝岡 秀人 (ASAOKA HIDEHITO)

独立行政法人日本原子力研究開発機構・量子ビーム応用研究部門・研究主幹

研究者番号：40370340

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ナノ・マイクロ科学・ナノ材料・ナノバイオサイエンス

キーワード：ナノ構造形成・制御

## 1. 研究計画の概要

半導体デバイス開発の現場では、低次元系量子構造を実現する自己組織化と、そのヘテロ接合に起因するストレスの制御技術の確立が、特性向上のためのボトルネックになっている。研究申請者らは、表面再構成構造がダブルドメイン化していた Si(110)面に対して、直流加熱電流の方向に依存する表面エレクトロマイグレーション効果を活用し、1次元構造を有する Si(110)表面が形成されることを見出した。この Si(110)面をテンプレートとしてナノドット・ナノワイヤーの配列構造を実現するとともに、ナノ構造の成長カインेटクスを解明することによりストレスの制御プロセスを確立し、高精度に制御された新規量子デバイス創成への指針を得ることを目的とする。

## 2. 研究の進捗状況

ナノドット規則配置のための Si(110)テンプレートの作成方法の確立のため、走査型トンネル顕微鏡 (STM) による Si(110) 清浄表面の原子構造の評価を行なった。その上で、表面エレクトロマイグレーション効果による直流加熱電流の方向依存性、加熱温度の最適化を行い、規定された Si(110)再構成表面の原子構造評価を行った。その結果、mm オーダーに及ぶ広範囲な表面領域の一次元性を実現し、表面カイラリティを見出した。

これら 1次元構造を有する Si(110)表面に代表的な n 型有機半導体分子であるフラーレンを表面一次元凹凸構造の凸部分に優先的に吸着させ、部分的にナノワイヤー構造を形成することを見出した。

さらには、ナノドット・ナノワイヤーの成長過程における Si(110)面の異方的ストレスと、ナノクラスターの配列との関連を解明するため、ストレス測定用の通電式基板加熱機構を開発した。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

計画通り Si(110)清浄表面の原子構造の評価、表面エレクトロマイグレーション効果による mm オーダーに及ぶ広範囲な表面領域の一次元性を実現するとともに、これら 1次元構造を有する Si(110)表面上にフラーレンなどの規則配列構造を実現している。

## 4. 今後の研究の推進方策

新たに開発したストレス測定用の通電式基板加熱機構を活用し、ナノドット・ナノワイヤーの成長過程における Si(110)面の異方的ストレスと、ナノクラスターの配列制御との関連を解明し、高精度に制御された新規量子デバイス創成への指針を得る

## 5. 代表的な研究成果

(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 16 件)

1. Epitaxial growth of largely mismatched crystals on H-terminated Si(111) surfaces, H. Asaoka, J. Phys. 22 (2010) 474007 (1-7)2. Single-Domained Si(110)-16×2, Y. Yamada, A. Girard, H. Asaoka, J. Phys. 100 (2008) 072018 (1-4)

3. SR-PES and STM observation of metastable chemisorption state of oxygen on Si(110)-16x2 surface, Y. Yamamoto, H. Togashi, A. Kato, Y. Takahashi, A. Konno, Y. Teraoka, A. Yoshigoe, H. Asaoka, M. Suemitsu, Appl. Surf. Sci. 254 (2008) 6232-6234

4. Controlling the surface chirality of Si(110), Y. Yamada, A. Girard, H. Asaoka, H. Yamamoto, S. Shamoto, Phys. Rev. B 77 (2008) 153305 (1-3)

5. Fabrication of Si(110)-16x2 Single-domain Surface, Y. Yamada, A. Girard, H. Asaoka, H. Yamamoto, S. Shamoto, J. Surf. Sci. Jpn. 29 (2008) 401-406

[学会発表] (計 19 件)

1. Organic monolayers on the Si(110)-16x2 single domain surface, Y. Yokoyama, Y. Yamada, H. Asaoka, M. Sasaki, 18th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Shizuoka, Dec. 9-11, 2010

2. Si(110)-16x2 単一ドメイン表面上の有機分子薄膜形成, 横山有太, 山田洋一, 朝岡秀人, 佐々木正洋, 第30回表面科学講演大会、大阪、Nov. 4-7, 2010

3. Surface stress relief in Bi-mediated Ge growth on Si, H. Asaoka, T. Yamazaki, S. Shamoto, S. Filimonov, M. Suemitsu, 36<sup>th</sup> Korean Vacuum Society meeting, Seoul, Feb. 11-13, 2009

4. 光電子分光と基板曲率測定による Si(110)初期酸化過程の評価, 山本喜久, 鈴木康, 宮本優, ローランド・バンタクロー, 末光真希, 遠田義晴, 寺岡有殿, 吉越章隆, 朝岡秀人, 山崎竜也, 応用物理学会 薄膜・表面物理分科会・シリコンテクノロジー分科会、静岡、Jan. 23-24, 2009

5. Stress evolution during surfactant-mediated growth of Ge on Si, H. Asaoka, 5<sup>th</sup> Japan-Korea Symposium on Surface Nanostructures, Miyagi Sep. 17-19, 2008

[図書] (計 1 件)

Direct determination of surface stress during Bi-mediated Ge growth on Si, H. Asaoka, T. Yamazaki, S.N. Filimonov, S.

Shamoto, Proc. ICTF14&RSD2008, ISBN9789033473470 (2008) 179-182

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: Si(110)表面の一次元ナノ構造及びその製造方法

発明者: 山田洋一, 朝岡秀人, 山本博之, 社本真一

権利者: 独立行政法人日本原子力研究開発機構

種類: 特許権

番号: 特願 2008-182426

出願年月日: 2008年7月14日

国内外の別: 国内