

平成21年5月25日現在

研究種目：特定領域研究（計画研究）

研究期間：2006～2009

課題番号：18063019

研究課題名（和文） 放射光X線マイクロプローブによるナノデバイス材料・界面の物性評価

研究課題名（英文） Characterization of Si nanoelectronic materials and interface with using synchrotron radiation microprobe

研究代表者 木村 滋 (KIMURA SHIGERU)

財団法人高輝度光科学研究センター・利用研究促進部門ナノテクノロジー利用研究推進グループ・グループリーダー副主席研究員

研究者番号：50360821

研究分野：結晶評価

科研費の分科・細目：

キーワード：結晶工学、表面・界面物性、マイクロX線回折、シンクロトロン放射光

1. 研究計画の概要

放射光X線マイクロプローブ技術を利用して、ポストスケールテクノロジーでの利用が期待されるナノデバイス材料・界面の物性評価を行う。具体的には、ビーム集光技術、高精度試料位置決め技術、試料測定位置モニタリング技術等の要素技術の高度化を行い、各種ナノデバイス材料・界面の微小領域に存在する歪や構造の評価を行う。また、特定領域内での連携研究を積極的に推進し、次世代ナノデバイス開発での新材料・新構造導入の問題点を物性面から解明し、早期の問題解決に貢献する。

2. 研究の進捗状況

高分解能マイクロX線回折装置の高度化を推進するとともに、特定領域内連携研究を積極的に推進した。以下にその内容について述べる。

(1) 高分解能マイクロX線回折装置の高度化

装置の高度化として、①新型ゾーンプレート導入によるビームサイズの微細化、②2次元検出器（X線 CCD カメラ）による回折測定の実現、③直線偏光素子の導入による垂直偏光の利用、に関する検討を行った。以下にそれぞれの検討状況について報告する。

① 新型ゾーンプレートの導入によるビームサイズの微細化

ビームサイズの更なる縮小を目的に、新型Ta製位相ゾーンプレート（ZP）を導入した。この位相ZPは、直径160 μm、最外輪帯幅60 nm、Ta厚800 nm、焦点距離74.4 mm (@10keV)である。今回、梁構造を導入することにより、従来のZPとTaの厚さが同じにも関わらず、最外輪帯幅を100 nmから60 nm

に狭くすることを実現した。本ZP導入により、10keVのX線で、150 nm（水平方向）×250 nm（垂直方向）のビームサイズを実現した。

② X線 CCD 検出器による回折測定の実現

Photonic Science社製 X-ray Imager VHR を高分解能マイクロX線回折装置に設置し、回折線を測定するための改良を行った。これにより、微小領域からの逆格子マップをこれまでの1/5の時間で測定することが可能となった。

③ 直線偏光素子による垂直偏光の利用

高分解能マイクロX線回折装置で垂直偏光の放射光を利用可能にすることを目的として、透過型ダイヤモンド移相子の設計を行った。また、移相子として使用する高品質単結晶ダイヤモンドの最適仕様を決定し、作製した。

(2) 特定内連携研究の推進

これまでに連携研究として、「選択エピタキシャル成長したサブミクロンサイズ Ge 薄膜/Si の局所歪検出 (A04 班 酒井グループ)」、「ローカル歪み Si のナノ領域歪み解析 (A02 班 小椋グループ)」、「カーボンナノウォールの構造解析 (A02 班 堀グループ)」、「 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x/\text{Ge}/\text{Si}(001)$ の局所歪解析 (A04 班 財満グループ) 等を行い、成果を得た。

3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

(理由)

装置の基本的な開発は、これまでにほぼ終

了しており、若干の実証実験を残すのみの状態になっている。最終年度である平成21年度に上記実証実験を進めれば、当初予定の達成は確実である。

4. 今後の研究の推進方策

装置の基本的な開発は、これまでにほぼ終了しており、若干の実証実験を残すのみの状態になっている。最終年度である平成21年度は、上記実証実験を進めるとともに、これまでに開発してきたマイクロビーム技術と時分割測定技術を集大成したシステムを構築し、ポストスケーリングテクノロジーで利用が期待される新材料・新構造・新プロセスのナノスケール計測技術の確立を目指す。このため、これまで以上に特定領域内での連携を積極的に推進する予定である。

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5件)

- ① Y. Ohara, T. Ueda, A. Sakai, O. Nakatsuka, M. Ogawa, S. Zaima, E. Toyoda, H. Isogai, T. Senda, K. Izunome, H. Tajiri, O. Sakata, S. Kimura, T. Sakata, H. Mori, "Microstructures in directly bonded Si substrates", Solid-State Electronics, Vol. 53, 837-840 (2009). 査読有り
- ② T. Shimura, K. Kawamura, M. Asakawa, H. Watanabe, K. Yasutake, A. Ogura, K. Fukuda, O. Sakata, S. Kimura, H. Edo, S. Iida, and M. Umeno, "Characterization of strained Si wafers by X-ray diffraction techniques", J Mater Sci: Mater Electron, Vol. 19, S189-S193, (2008). 査読有り
- ③ S. Takeda, S. Kimura, O. Sakata, and A. Sakai, "Development of a High-Angular-Resolution Microdiffraction System for Reciprocal Space Map Measurements", Jpn. J. Appl. Phys. **45**, L1054-L1056 (2006). 査読有り

[学会発表] (計20件)

- ① 今井康彦、木村 滋、坂田修身、田尻寛男 「高分解能マイクロX線回折装置の現状と応用研究」第22回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム、12P079, pp. 127, Jan. 9-12, 2009.

[図書] (計1件)

- ① 木村 滋、竹田晋吾、酒井 朗、「機能物質・材料開発と放射光 -Spring-8 の産業利用-」、「放射光マイクロX線回折法によるひずみ緩和SiGeバッファ層の評価」、第

9章、pp. 87-95, シーエムシー出版(東京、2008年)

[産業財産権]

- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ

<http://www.spring8.or.jp/ja/memberdata/04124>