

課題番号 : F-17-RO-0002
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 凝集鉱物の熱処理前後の構造評価
Program Title (English) : Crystallinity of the as-grown and annealed aggregated mineral
利用者名(日本語) : 富永依里子, 清水稜, 岡村好子
Username (English) : Y. Tominaga, R. Shimizu, Y. Okamura
所属名(日本語) : 広島大学大学院先端物質科学研究科
Affiliation (English) : AdSM, Hiroshima Univ.
キーワード/Keyword : Bacteria, Semiconductors, X-ray diffraction, 分析

1. 概要(Summary)

微生物由来凝集鉱物には、半導体材料としての応用可能性がある。微生物由来の合成材料の今後の応用展開を検討するため、当該年度はその結晶性を明らかにすることを目的として、試料の熱処理前後の X 線回折(XRD) 法による構造評価を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

薄膜構造評価 X 線回折装置

【実験方法】

菌群 A と B を利用して水溶液中の金属イオン C, D, E の化合物を抽出した。XRD 測定用の試料は、凝集鉱物をスライドガラス上に塗布し、真空下・常温で乾燥して作製した。XRD 測定の条件は、測定範囲 20~70 deg、スリット 0.80 mm、サンプリング幅 0.050 deg、スキャンスピード 3.5 deg/min で行った。熱処理は窒素雰囲気中で 10 分間、400 - 600 °C で行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

試料の XRD スペクトルには、所望の半導体化合物由来の明瞭な回折ピークは見られなかった。透過電子顕微鏡(TEM) を用いた試料の観察では、TEM 装置付属のエネルギー分散形 X 線分析から試料内には元素 C, D, E が全て含まれていることが確認できた。試料は TEM 観察範囲のほとんどがアモルファスで、一部 5 nm 角の格子縞が確認できた。XRD ピークの線幅から結晶の大きさを評価できるシェラーの式を基に考えると、5 nm 角の結晶は XRD ピークの広い線幅として反映され、半導体基板上にエピタキシャル成長した数 100 nm の厚みの薄膜の XRD スペクトルのような明瞭なピークが得られなかったものと考えられる。一方、400 °C 以上で熱処理した試料を TEM 観察したところ、熱処理前はハロー状・リング状であった

電子線回折図形がスポッティな形状に変化した。TEM 像においても、格子縞がみられる領域が大きく増加していた。熱処理によって、アモルファスであった試料が結晶化したことを確認した。現段階では、微生物によって形成される元素 C, D, E で構成された混晶半導体はアモルファスであり、結晶化には 400°C 以上の熱処理、即ち熱エネルギーのような何らかの外部エネルギーが必要であることが本研究によって明らかになった。今後は微生物だけで当該混晶を結晶化させられる方法を検討する。

4. その他・特記事項(Others)

【外部資金】

- (1) キヤノン財団 第 6 回研究助成プログラム「産業基盤の創生」
- (2) カシオ科学振興財団 第 35 回(平成 29 年度) 研究助成 特別テーマ

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Y. Tominaga, and Y. Okamura, “(Invited) Crystallinity of biogenic compound semiconductors”, Symposium on Biogenic materials and Biomineralization, Marine Biotechnology Conference 2019, September 12th, 2019, Shizuoka.
- (2) 富永依里子、高橋宏和、岡村好子、(招待講演) 微生物を利用した結晶成長技術と化合物半導体への展開、第 67 回応用物理学会春季学術講演会 シンポジウム『アンサンブル現象の融合科学 ~複合状態の調和が織りなす機能創発と応用~』, 14p-A409-2, 2020.3.14, 上智大学.

6. 関連特許(Patent)

- (1) 特許出願済み。