

東北大学大学院理学研究科物理学専攻・数学専攻・天文学専攻

21世紀 COE 拠点形成プログラム

「物質階層融合科学の構築」

平成15年度リサーチ・アシスタント (RA) 研究報告書

氏名	我妻幸長
学籍番号	
専攻	東北大学大学院理学研究科 物理学 専攻
学年	博士課程後期3年の課程 2年
指導教官	中嶋一雄
研究題目	IV-IV族及びIII-V族多元系半導体の成長に関する研究
<p>I. 研究発表 (学術雑誌に15年度中に発表または掲載決定したもの、および15年度中の学会等での本人の発表)</p> <p>我妻幸長、宇佐美徳隆、藤原航三、宇治原徹、佐崎元、村上義弘、中嶋一雄 「SiGeバルク結晶の面方位競合関係の観察及びその多結晶化の抑制への応用」 応用物理学会第64回学術講演会、2004年、9月、福岡大学</p> <p>我妻 幸長、西嶋由人、宇佐美 徳隆、藤原 航三、宇治原 徹、中嶋 一雄 「GaAs(110)種結晶を利用したInGaAsバルク単結晶の成長」 第51回応用物理学関係連合講演会、2004年3月、東京工科大学</p> <p>我妻 幸長、宇佐美 徳隆、藤原 航三、宇治原 徹、中嶋 一雄 「優先方位種結晶を利用することによるSiGeバルク結晶の多結晶化の抑制」 第51回応用物理学関係連合講演会、2004年、3月、東京工科大学</p> <p><u>Yukinaga Azuma</u>, Noritaka Usami, Kozo Fujiwara, Toru Ujihara, Gen Sazaki, Yoshihiro Murakami, and Kazuo Nakajima 「Observation of geometrical selection of SiGe bulk crystal using EBSP measurement and its utilization for restraining polycrystallization」 ACCGE15, 2003年7月, Keystone, Colorado</p>	

II. 研究活動結果の概要

SiGe バルク単結晶は、全率固溶型の状態図を有するが故に、格子定数、バンドギャップに選択性を有する新しい基板材料としての期待を集めている。我々はこれまでに、固液界面の温度制御による SiGe バルク結晶の組成均一化に成功している。しかしながら、主にルツボ壁から発生する他の結晶粒の発生、即ち多結晶化の問題は単結晶化の為の大きな障害となっている。今回は、成長速度の面方位依存性に起因すると考えられる結晶面の競合関係を利用したこの多結晶化の抑制について報告する。

結晶面の競合関係を観察する為に、成長面内にランダムな結晶面を有する無数の Ge 結晶の破片を種結晶として、SiGe バルク結晶の成長を行った。Si 濃度は約 15% である。そして成長した結晶を成長方向に垂直な面内で切断し、Electron Back Scattering Pattern (EBSP) 法により面方位のマッピングを行った。

このとき最も面積増加率が高い結晶面は{110}面である。逆に、最も面積増加率の低い面は(111)面であった。従って、結晶中の Si 濃度を約 15% に保ち、(110)種結晶を用いることにより、核生成が起きたとしてもそれが結晶粒としてそれ以上広がらないと予測される。

実際に、Ge(110)及び Ge(111)種結晶を用いて SiGe バルク結晶 (Si 濃度約 15%) の成長を行ったところ、Ge(111)種結晶を用いた際は、成長開始後すぐに結晶粒がルツボ壁から発生し、次第に元の方位を侵食していったのに対して、Ge(110)種結晶を用いた際は、新たな結晶粒の発生は確認できなかった。

これらの結果により、結晶の面方位競合関係を利用した種結晶の最適化による、多結晶化の抑制効果を確認した。本研究で用いた手法は他のバルク単結晶の作製に有用であると考えられる。

以上により、ランダムな面方位を有する種結晶を用いることによる優先方位の決定、及びその優先方位を種結晶として用いた成長という独自の手法を用いることにより、SiGe バルク結晶の多結晶化が抑制されたことを報告した。今回はこの手法を、光デバイス用として期待されているがこれまで単結晶成長が困難であった InGaAs バルク結晶に適用し、多結晶化を抑制する為の技術の確立を目指した。

用いた成長法は、multicomponent zone melting 法である。最初の成長では、優先方位を決定する為にランダムな面方位を有する種結晶を用いて結晶の成長を行った。成長した結晶を Electron Back Scattering Pattern (EBSP) 法を用いて面方位マッピングすることにより、成長と共に{110}面が増加することが確認された。

次に、前の成長により決定された優先方位が成長面になるように、GaAs(110)種結晶を用いて InGaAs バルク結晶の成長を行った。これにより、ルツボ壁で発生した結晶粒の成長に伴う内部への浸透が抑制できるものと考えられる。結晶の組成が約 $\text{In}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ になるように、GaAs 種結晶 / InGaAs 種結晶境界の温度を制御し、引き下げ速度は一定とした。成長した結晶を成長方向と垂直な面内で切断し、EBSP 法により面方位マッピングした結果を図に示す。成長中に大きく傾いた結晶粒の発生はほとんど見られず、ほとんど単結晶として成長していることが分かる。結晶の直径は 15mm、単結晶領域の長さは約 14mm である。また、この図では判別することは出来ないが、ルツボ壁面に亜粒界が確認された。しかしながらこの亜粒界の内部への浸透は僅かであった。

本研究により、優先方位を有する種結晶を用いることは、SiGe バルク結晶のみではなく InGaAs バルク結晶の単結晶化にも有効であることが分かった。