

Title	Si表面とSi-Ge接合形成初期過程の角度分解電子分光による研究
Author(s)	長谷川, 繁彦
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/107">http://hdl.handle.net/11094/107</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

## 【27】

氏名・(本籍)	長谷川 繁彦
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 7733 号
学位授与の日付	昭和 62 年 3 月 26 日
学位授与の要件	工学研究科電子工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	Si 表面と Si-Ge 接合形成初期過程の角度分解電子分光による研究
論文審査委員	(主査) 教授 中村 勝吾 教授 埴 輝雄 教授 平木 昭夫

## 論文内容の要旨

本論文は、角度分解電子分光をもちいて行った Si (111) 清浄表面並びに Si-Ge 接合形成初期過程に関する研究をまとめたもので、本文は 6 章から構成されている。

第 1 章は序論であって、本研究を行うにいたった背景を述べ、並びに本研究の目的と表面研究において占める位置とを説明している。

第 2 章では、Si (111) 清浄表面の構造並びに Si-Ge 接合形成初期過程について、実験的理論的研究により現在までに得られている結果を概説している。

第 3 章では、本研究の主な測定手法である角度分解電子エネルギー損失分光 (AR-EELS) の原理と、本研究で仕様された実験装置・実験手法について述べている。

第 4 章では、低速電子回折 (LEED) をもちいて Si の融点近傍にいたる広範な温度領域で Si (111) 表面の観察を行い、高温における表面の挙動を明らかにしている。“1×1”相 (860~1,230°C) に見られる ( $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ ) 的散漫散乱構造の解析から、(7×7) - “1×1”相転移が秩序相転移であることを示し、“1×1”相の表面原紙の配置について考察している。1,230°C 以上の温度領域では、理論的に予測されていた表面融解またはラフニング相転移の起こることを半導体表面で初めて観測し、その存在を明らかにしている。

第 5 章では、LEED 及び AR-EELS により Si (111) (7×7) 表面における Ge 薄膜の成長過程に関する新たな知見を得、AR-EELS と水素暴露・昇温脱離の実験を併用することにより、初期に出現する (7×7) 表面相と (5×5) 表面相の電子構造を明らかにしている。さらに、すでに報告されている Si (7×7) 及び (5×5) 表面相の構造モデルについて考察している。

第6章では、本研究により得られた結果を総括している。

### 論文の審査結果の要旨

半導体電子素子の作成において最近新しいプロセス技術が次々と開発されているが、半導体の洗浄表面や異種半導体の界面の高温における構造や相変化に関する知見が重要である。本研究は角度分解電子エネルギー損失分光法及びそれを低速電子回折法に転用し、これらを用いて高温におけるSi表面の回折像の強度分布を観測すると共にSi洗浄面にGeを種々の条件で蒸着し、これらを熱処理したときのGe超薄膜の表面及び界面の結晶構造を調べたもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) Si(111)  $7 \times 7$  構造は  $860 \pm 10^\circ\text{C}$  で  $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$  的散漫散乱構造を伴った  $1 \times 1$  構造に相転移し、その転移が秩序-無秩序相転移であることを示すいくつかの様子を示すと共に、 $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$  散漫散乱を与える新しい表面構造モデルを示している。
- (2) Siの表面でその融点より約  $200^\circ\text{C}$  低い  $1,230 \pm 30^\circ\text{C}$  で  $1 \times 1$  相は、表面融解相またはラフニング相転移と考えられる新たな表面相に相転移することを初めて明らかにしている。
- (3) Si(111)  $7 \times 7$  表面におけるGe超薄膜の成長過程に関する新たな知見を得、蒸着の初期に出現する  $(7 \times 7)$ 、 $(5 \times 5)$  表面相の電子構造を明らかにすると共に、Si  $(7 \times 7)$  相の原紙構造モデルとの関係を明らかにしている。

以上のように本論文は半導体電子素子に重要なSi表面およびSi-Ge界面の構造やその安定性に対して多くの知見を与えており、電子工学に寄与するところ第である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。