

その為にまず、完全結晶、更に、積層欠陥、微小角粒界を含む結晶に対するシミュレーションを行ない、実験との対応に於いて実績のある解析解、或いは数値解との比較を行なった。また、結晶によるX線の吸収、異常透過現象（ボルマン効果）が正しく扱えるかどうかの確認を行ない、これらのことに多くの紙数をさいている。

#### 4. 放射光による高次反射セクショントポグラフィ法とその応用

竹野 博

高エネルギー物理学研究所の放射光実験施設において、シンクロトロン放射光の特長を十分に活かした高次反射のセクショントポグラフィ法を確立した。単色化した  $0.4 \text{ \AA}$  の放射光を用いて、シリコン結晶のセクショントポグラフィを  $(4\ 4\ 0)$  から  $(18\ 18\ 0)$  反射まで、また  $(8\ 0\ 0)$  から  $(24\ 0\ 0)$  反射まで撮影することに成功した。さらに、セクショントポグラフィ中に現われるペンデル縞の変化からスタティック・デバイーワラー因子を測定し、シリコン結晶の完全性の評価を行った。トポグラフィ的には、結晶育成時に形成される成長縞を観察することで、格子歪みに関する知見を得た。従来のトポグラフィ法では、低温熱処理 ( $650^\circ\text{C}$ ) を施した MCZ-Si 中の微小酸化物析出物、あるいは FZ-Si 中の D 欠陥による格子歪みを非破壊的手段で検出することは不可能であった。しかし、歪みに対してより敏感になる、より高次の散乱ベクトルを用いた本研究において、それらの格子歪みを初めて非破壊的手段で検出できた。さらに、欠陥の形状や変位場などを仮定してスタティック・デバイーワラー因子のモデル計算を行い、その計算結果と実験結果とを比較することで、微小欠陥の大きさと濃度を評価できた。

本研究で確立された高次反射のセクショントポグラフ法は、従来のX線トポグラフ法では評価限界を越えてしまったシリコン結晶中の微小欠陥に対して、強力な評価手段となることを本論文において主張する。

## 5. X線二結晶法によるシリコン結晶中の格子歪みの研究

矢合 康悦

### I. CZ結晶中の析出酸化物による散漫散乱の測定

引き上げ法によって作製されたシリコン結晶は熱処理によって過飽和に固溶した酸素が析出する。そしてこの析出は結晶の完全性を劣化させる。またX線二結晶法を用いてBragg Peak付近の回折強度曲線(ロッキングカーブ)を測定すると、Bragg Peakの裾に散漫散乱強度が現われる。この散漫散乱強度のプロファイルは熱処理条件によって変化する。Dederichsによる理論から析出物のおよその大きさが評価でき、熱処理温度、時間の増大にともなって析出物は大きくなることがわかった。また運動学理論に基づいて、析出物による散漫散乱強度のプロファイルの計算機シュミレーションを行って析出物の大きさ、密度などを決定することを試みた。

### II. エピタキシャル層の格子歪みの測定

ボロンを約 $1 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup>ドープしたシリコン結晶上にシリコンのみを成長させたエピタキシャル層内の格子歪をX線二結晶法により測定した。(511), (422), (440)の3つのタイプの反射を用いた。歪のある結晶による回折を扱った動力学理論を適用して、実験で得られたロッキングカーブをシュミレーションすることで歪み分布を