The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	CZ-Si結晶の微小格子欠陥と機械的性質に関する研究
Author(s)	安武, 潔
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33386
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【11】

氏名・(本籍)	安武　潔（やすたけ きよし）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6036 号
学位授与の日付	昭和58年3月25日
学位授与の要件	工学研究科　精密工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**CZ-Si結晶の微小格子欠陥と機械的性質に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 川辺　秀昭 教授 津和　秀夫　教授 山田　朝治　教授 井川　直哉 教授 牧之内三郎　教授 岸田　敬三

論文内容の要旨

本論文は，CZ-Si結晶の熱処理誘起微小欠陥と機械的性質に関する研究の成果をまとめたもので次の7章からなっている。

第1章では，CZ-Si結晶の熱処理による酸素析出と微小欠陥に関する従来の研究を概観し，本研究の目的と意義について述べている。

第2章では，熱処理誘起欠陥について検討を加え，その結果800℃ではas-grown結晶中の析出物が成長することにより，酸素濃度が減少し，各結晶中の析出物密度の差異によって析出速度が異なることを明らかにしている。また800℃熱処理により，通常の結晶および高炭素濃度の結晶では板状析出物のみが発生するが，低炭素濃度且つ高析出物密度の結晶ではその他に転位ループも発生することを見出している。さらに高温熱処理では，いずれの場合にも球状析出物と2次欠陥が発生することを見出している。これらの結果は，酸素析出に伴う自由エネルギーの変化から説明出来ることを示している。

第3章では，熱処理誘起酸素ドナーについてフォトルミネッセンス法による実験を行い，その結果700～800℃で発生する酸素ドナーに関係する欠陥には，炭素原子・転位対・低温型（450℃）酸素ドナーに関与した酸素クラスターがあることを明らかにしている。

第4章では，Siウエハ中の応力測定にフォトルミネッセンス法を新たに応用し，発光線のシフト量とスプリット量からウエハ中の残留応力が非破壊，高精度且つ簡単に測定出来ることを示している。

第5章では，種々の熱処理誘起欠陥を有するＣＺ結晶の圧縮降伏応力について検討し，降伏強度は，析出物の成長によるエッチピット密度の増加と共に対数的に減少することを明らかにしている。また

転位源に関する考察から，大きなミスフイット歪を蓄えた析出物，並びにそれに起因するパンチアウトループや転位対は，転位発生源となること，一方積層欠陥及び格子間Siを放出して歪を緩和した微小析出物や収縮中の析出物は転位源とはならず，逆に転位運動の抵抗として働らくことを明らかにしている。

第6章では，熱処理CZ-Siウエハの4点曲げ試験の結果から，表面無欠陥層は破壊応力低下を防ぐ効果をもつことを示している。更にSiウエハは，300～600℃の脆性温度領域における曲げ変形の際，双晶変形と関連した特異な可逆的塑性変形挙動を示すことを見出している。

第7章では，本研究において得られた結果の総括を行っている。

論文の審査結果の要旨

近年の半導体工業の発展にともない，シリコン基板の完全性に対する要求も益々苛酷なものになりつつある。本研究は酸素原子を含むCZ-Siウエハの熱処理工程で発生する種々の欠陥について検討を加えると共に，ウエハの残留応力の解析法，シリコン基板の変形形態の解析等を行っている。得られた主な結果を要約すると次のとおりである。

(1) 熱処理誘起微小欠陥の発生状態を調べ，酸素析出に伴う自由エネルギーの変化に基づいて微小欠陥形成機構を明らかにしている。

(2) 熱処理により発生する酸素ドナーについて，微小欠陥との係わりをフォトルミネッセンス法により明らかにすることに成功している。

(3) シリコンウエハの残留応力をフォトルミネッセンス法により解析する方法を見出し，発光線の変位量及び分離量から非接触で非破壊的に高精度且つ簡便に測定出来ることを明らかにしている。

(4) 熱処理結晶の圧縮試験の結果から，種々の微小欠陥の転位源としての性質を解明している。更に歪エネルギー緩和効果のある炭素原子を含む結晶を用いれば，強度の低下をもたらさずに微小欠陥を不純物吸収（intrinsic gettering）に利用出来ることを見出している。

(5) 析出物を有するCZ-Siウエハを500～600℃で曲げ変形することにより，しばしば鋭い音を伴う応力降下並びに変形双晶の発生を見出している。

以上のように本論文はCZ-Si結晶の熱処理により発生する欠陥の諸性質並びにウエハの機械的性質に関して多くの新知見を与えるもので，半導体工学並びに材料工学に多大の貢献をするものである。よって本論文は，博士論文として価値あるものと認める。