The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	放射光X線回折法による極薄膜SOI（Silicon on Insulator）ウエーハの構造評価に関する研究
Author(s)	福田，一徳
Citation	大阪大学，2003，博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44226
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

【4】

氏　　名	福（ふく）　田（だ）　一（かず）　徳（のり）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１７７９１　号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科物質・生命工学専攻
学　位　論　文　名	**放射光 X 線回折法による極薄膜 SOI（Silicon on Insulator）ウエーハの構造評価に関する研究**
論　文　審　査　委　員	（主査） 助教授　安武　　潔 （副査） 教　授　伊東　一良　　教　授　金谷　茂則　　教　授　福住　俊一 教　授　高井　義造　　教　授　宮田　幹二　　教　授　柳田　祥三 教　授　横山　正明　　教　授　森田　瑞穂

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、放射光 X 線回折法を用いた極薄膜 SOI（Silicon on Insulator）層及び埋め込み酸化膜（BOX）層の非破壊、非接触評価法の開発と、それを用いた極薄膜 SOI ウエーハの構造評価に関する研究をまとめたものであり、全７章から構成される。以下に各章の概要を述べる。

第１章では、SOI 層に求められる結晶完全性や BOX 層の特性及びその評価に関する研究の現状と問題点を概観し、本研究において極薄膜 SOI ウエーハの構造評価のために放射光 X 線回折法を用いた手法を開発する意義を明らかにした。

第２章では、SIMOX（Separation by IMplanted OXygen）ウエーハおよび最新の貼り合わせ SOI ウエーハの X 線 CTR（Crystal Truncation Rod）散乱測定結果をまとめた。CTR 散乱強度の角度依存性の比較から、後者の方が前者に比べて SOI/BOX 界面の平坦性及び SOI 層の結晶性が高いことを明らかにした。

第３章では、100 nm 以下の極薄膜 SOI ウエーハに適用可能な X 線トポグラフィーを用いた構造評価法の開発を行った。SOI 層が薄いことに起因する X 線反射特性を利用することにより、SOI 層のトポグラフに、歪に起因した明瞭なコントラストが観測されることを見出した。また、ラウエケース 220 反射とブラッグケース非対称 $\bar{1}\bar{1}5$ 反射のトポグラフのカメラ距離依存性を測定することにより、歪の種類（格子面の伸縮或いは傾斜）と大きさの定量的評価が可能であることを、実験的及び理論的に明らかにした。

第４章では、前章で開発した方法を、最新の極薄膜 SOI ウエーハに適用した結果をまとめた。本方法では、極薄膜 SOI 層中の歪を敏感に検出すると共に、その大きさと分布の定量化が可能であること、各種貼り合わせ極薄膜 SOI ウエーハにはその製法に起因する格子面傾斜ゆらぎが存在することを明らかにした。

第５章では、広域 X 線トポグラフィーを用いた SOI ウエーハの全面観測により、SOI 層には数十 μm と数 mm 周期の格子面傾斜ゆらぎが共存することを明らかにした。

第６章では、表面 X 線回折法を用いて、SIMOX ウエーハの BOX 層から観測される X 線散乱を測定し、基板 Si と整合した SiO_2 結晶相が BOX 層全体に分布していることを明らかにした。

最終章では本研究で得られた知見について総括し、今後の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

高速動作、低消費電力の次世代ギガビット超LSI（Large Scale Integration）を実現するために必要な基板技術として、SOIウエーハが注目されている。今後SOI層の厚さは100 nm以下と極薄化し、この極薄層の結晶性とSOI/BOX界面特性がデバイス特性に大きな影響を与えるため、極薄膜SOIウエーハの非接触、非破壊評価を行うことが必要不可欠となっている。本研究は、放射光X線回折法による極薄膜SOI層及びBOX層の非破壊、非接触評価法を開発し、それを用いて極薄膜SOIウエーハの構造評価を行うことを目的としている。主な成果を要約すると以下の通りである。

(1) CTR散乱強度の角度依存性の比較から、貼り合わせSOIウエーハの方がSIMOXに比べてSOI/BOX界面の平坦性及びSOI層の結晶性が高いことを明らかにしている。

(2) 100 nm以下の極薄膜SOIウエーハに適用可能なX線トポグラフィー評価法の開発を行い、極薄膜SOIウエーハに存在する歪の種類と大きさの定量的評価方法を提示している。

(3) 本研究で開発したX線トポグラフィー評価法を、最新の極薄膜SOIウエーハの測定に応用すると共に、トポグラフの理論的シミュレーションから、格子面傾斜ゆらぎの周期と大きさを定量的に求め、最新の極薄膜SOIウエーハ中には、製法に起因した格子面傾斜ゆらぎが存在することを明らかにしている。

(4) 広域X線トポグラフィーを用いたSOIウエーハの全面観察により、SOI層には数10 μmと数mm周期の格子面傾斜ゆらぎが共存することを明らかにしている。

(5) 表面X線回折法を用いて、SMOXウエーハのBOX層から観測されるX線散乱を測定し、基板Siと整合したSiO_2結晶相がBOX層全体に分布していることを明らかにしている。

以上のように、本論文は極薄膜SOIウエーハのSOI層及びBOX層を、高感度、高信頼性、かつ非破壊、非接触に評価する方法論の開発と応用に先鞭をつけたものであり、極薄膜Si結晶層における歪発生機構、酸化膜生成過程の解明から、ウエーハ製造プロセス、デバイス製造プロセスの最適化まで、結晶工学、半導体工学、物質・生命工学に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。