

Title	Structural Characterization of Microelectronic Devices by Raman and Cathodoluminescence Spectroscopies
Author(s)	松田, 景子
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48835">https://hdl.handle.net/11094/48835</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	まつ だ けい こ 松 田 景 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 22097 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学位論文名	Structural Characterization of Microelectronic Devices by Raman and Cathodoluminescence Spectroscopies (ラマン分光法及びカソードルミネッセンス分光法による微小電子デバイスの構造評価)
論文審査委員	(主査) 教授 松村 道雄  (副査) 教授 奥山 雅則 教授 宮坂 博

#### 論 文 内 容 の 要 旨

近年、電子デバイスには急速な高速化、高密度化、低消費電力化が求められており、そのためにはデバイスのスケールを小さくするとともに、新規材料を導入することが必要になっている。本論文は、物質の骨格構造や欠陥構造を微小領域で評価できるラマン分光法及びカソードルミネッセンス (CL) 法を用いて、各種デバイス材料の特性向上のためにその構造を詳細に評価した一連の結果をまとめたものである。概要は以下のとおりである。

ULSI デバイスの低誘電率層間絶縁膜として提案されている F ドープ SiO<sub>2</sub> (SiOF) 膜及びメチルドープ SiO<sub>2</sub> (SiOC) 膜の骨格構造を主にラマン分光法を用いて評価した。SiOF 膜では、F 量の増加や成膜法によって SiO<sub>2</sub> 骨格構造が顕著に変化し、その骨格構造変化が、膜応力や吸湿性、密着性等に影響を与えている可能性があることを示した。SiOC 膜では、熱処理によって主骨格構造がメチルシルセスキオキサン構造から SiO<sub>2</sub> に変化し、誘電率と密度に影響をあたえていることを明らかにした。さらに、新規前処理法を用いて薄膜の深さ分析を行い、熱変質は特に基板との界面近傍で顕著に起こっていることを明らかにした。

SiO<sub>2</sub> 膜の欠陥構造評価については、CL 法を用いて行った。Si ドープ SiO<sub>2</sub> ガラスを用いて CL ピークの帰属を行い、SiO<sub>2</sub> 薄膜界面やゲート絶縁膜では酸素欠損の割合が相対的に多いことを明らかにした。

さらに、微小領域での応力及びキャリア濃度分布を評価する新規手法として、CL 法を提案した。MESFET ゲート断面評価により、ソースドレイン近傍のキャリア濃度が得られ、ゲート下 2 μm 以下の領域ではキャリア及び応力は検出下限以下であることが明らかになった。

ハードディスクの保護膜として提案されている Si 及び N ドープダイヤモンド状炭素膜の骨格構造については、共鳴ラマン分光法を用いて評価した。Si ドープでは膜中の sp<sup>3</sup> カーボンクラスターが増加し、反対に N ドープでは sp<sup>2</sup> カーボンクラスターが増加することが明らかになった。またこのような構造変化が、膜の光学ギャップに影響をあたえていることが示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、微小電子デバイス材料の局所構造の評価に関するラマン分光法及びカソードルミネッセンス (CL) 法の有効性を実験的に研究したものであり、以下の8章で構成されている。

第1章では、研究の背景および目的について詳述するとともに、分析手法の説明を行っている。

第2章および第3章では、ULSI デバイス用の F ドープ SiO<sub>2</sub> (SiOF) 膜の結合骨格構造を、ラマン分光法で評価した結果を記している。SiOF 膜は、膜内の F 量によって SiO<sub>2</sub> 骨格構造が顕著に変化することを明らかにし、そのことが膜応力や吸湿性、密着性に影響を与えることが示唆された。

第4章では、メチルドープ SiO<sub>2</sub> (SiOC) 膜の主骨格構造が、熱処理によってメチルシルセスキオキサン類似構造から SiO<sub>2</sub> に変化し、誘電率と密度に影響を与えることを記している。さらに、薄膜サンプルの新規調製法を駆使して、熱変質が特に基板との界面近傍で顕著に起こることを明らかにした。

第5章では、CL 法による SiO<sub>2</sub> 膜内の欠陥構造評価を記している。この方法により、SiO<sub>2</sub> 薄膜界面やゲート絶縁膜では酸素欠損の割合が相対的に多いことを明らかにした。

第6章では、CL 法による MESFET ゲート断面の評価の結果を記している。ゲート電極近傍でのキャリア濃度分布が決定できるとともに、ゲート下 2 μm 以下の領域では応力は緩和していることを明らかにした。

第7章では、Si 及び N ドープダイヤモンド状炭素膜の骨格構造を、共鳴ラマン分光法を用いて評価した結果を記した。

第8章では、全体を総括するとともに、今後の展望を記している。

以上のように、本研究によって、微小電子デバイス内の局所的化学結合構造評価にラマン分光法およびカソードルミネッセンス法が有効であることが実証され、今後その成果が広く利用されると予想されることから、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。