OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	Studies on Oxide/Semiconductor Interfaces for Metal-Oxide-Semiconductor (MOS) Structure by Means of Photoelectron Spectroscopy
Author(s)	久保田, 智広
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41504
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	久保田 智広（くぼた ともひろ）
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	第 14743 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科化学系専攻
学位論文名	Studies on Oxide／Semiconductor Interfaces for Metal-Oxide-Semiconductor (MOS) Structure by Means of Photoelectron Spectroscopy （光電子分光法を用いた金属－酸化物－半導体（MOS）構造の酸化物／半導体界面の研究）
論文審査委員	（主査） 教授 中戸 義禮 （副査） 教授 岡田 正　教授 小林 光　教授 松村 道雄

論文内容の要旨

半導体のバンドギャップ中に存在する界面準位は，学問的に興味深いばかりではなく，少量で半導体デバイスの特性を大きく左右するため，工業的にも非常に重要である。本論文では，“バイアス電圧印加時のXPS測定”という新しい方法によって金属－酸化物－半導体（MOS）構造の界面準位などの研究を行った。

まず，この新しい方法を使ってGaAsおよびInPを基板とするMOS構造の界面準位のエネルギー分布を測定した。その結果，界面準位のエネルギー分布はピークを持つ不連続な構造をしていることが分かった。観測されたこれらのピークは，界面におけるアンチサイト欠陥などの格子欠陥に起因するものであると帰属された（第2章）。

さらに，＜n-GaAs (100)／SiO_2／Pt＞構造を持つサンプルの界面準位のエネルギー分布を測定したところ，As_{Ga}アンチサイト欠陥の（＋＋／＋）遷移および（＋／0）遷移に帰属されるふたつの界面準位ピークが観測された。KCN水溶液に1秒浸して沸騰水で洗浄するという簡単な処理によって，この界面準位の密度は約半分にまで減少した（第3章）。

シリコンを基板とし，さまざまな温度で熱酸化膜を形成したMOS構造について，界面準位のエネルギー分布を測定した。その結果，酸化温度によって異なる結果が得られた。この原因を調べるため，密度汎関数法を用いた第一原理理論計算を行った。その結果，低温で酸化したものは酸化膜の原子密度が低いために孤立したシリコンダングリングボンドによる界面準位が現れ，高温で酸化した場合には高い原子密度の酸化膜が生成し酸化膜中の原子と相互作用したシリコンダングリングボンドによる界面準位が現れることが分かった（第4章）。

GaAs基板上に非常に薄い酸化膜を形成し，白金を堆積して比較的低温で熱処理することにより，酸化膜が成長する現象を発見し，その機構を解明した。この方法によると酸化膜はGaAs基板と白金の間に成長するため，そのままMOS構造として利用できる可能性がある（第5章）。

論文審査の結果の要旨

LSIの高集積度化に伴い，ゲート酸化膜が薄膜化するとともに，半導体／酸化膜界面が益々重要な役割を果たす。本研究では“バイアス電圧印加時のX線光電子スペクトルの測定”という新しい方法を用いてGaAsやInPと極薄酸

化膜界面に存在する半導体のバンドギャップ内の界面準位のエネルギー分布を求めている。観測された界面準位スペクトルはピーク状の構造をもっており，Ⅲ属元素とⅤ属元素の位置の入れ替わったアンチサイト欠陥が界面準位の原因となっていることを見出している。

界面準位は半導体デバイスの不安定性を引き起こし信頼性が低下するため，界面準位密度の低減は非常に重要である。本研究では，半導体をシアン化合物の水溶液に浸しその後洗浄するという簡単なシアン処理によって界面準位密度が低減することを見出している。

また，白金の触媒作用を用いることによって低温でGaAsの酸化膜が形成できることを見出すとともに，その酸化膜形成機構を解明している。

さらに，シリコン／二酸化シリコン構造について界面準位の理論計算を密度汎関数法を用いて行い，その結果，界面準位の原因は種々の環境下のシリコンダングリングボンドであることを見出している。シリコンダングリングボンドの有効相関エネルギーは0.1eV程度と正の小さな値をもち，ダングリングボンドが不対電子をもつ原子と相互作用すればミッドギャップから価電子帯側へ，孤立電子対をもつ原子と相互作用すれば伝導帯側へシフトすることを見出している。

以上のように本研究では半導体／極薄酸化膜界面の界面準位のエネルギー分布を観測する方法を開発し，これを用いて界面準位の原因を見出し，さらにシアン処理により界面制御することに成功し，また計算科学にも貢献している。本研究では，表面・界面化学，半導体物性学など広く基礎科学に貢献する発見がなされており，博士（理学）の学位論文として十分価値があるものと認める。