Osaka University Knowledge Archive

Title	Study on the initial stage of thin film growth on Si surfaces using STM and ISS
Author(s)	柳, 正鐸
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41385
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	柳（りゅう）　正（じょん）　鐸（たく）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　14660　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 工学研究科電子工学専攻
学　位　論　文　名	Study on the initial stage of thin film growth on Si surfaces using STM and ISS **（走査トンネル顕微鏡及びイオン散乱分光法によるシリコン表面上薄膜成長初期過程に関する研究）**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　尾浦憲治郎 （副査） 教　授　濱口　智尋　　教　授　吉野　勝美　　教　授　西原　　浩 教　授　森田　清三　　教　授　福西　宏有

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は，走査トンネル顕微鏡及びイオン散乱分光法によるシリコン表面上薄膜成長初期過程に関する研究をまとめたもので，8章より構成されている。

第1章では，本研究を行うに至った背景を述べ，本研究の目的及び半導体表面／界面と薄膜成長に関する分野における本研究の占める位置を述べている。

第2章では，走査トンネル顕微鏡及びイオン散乱分光法の原理について述べ，本研究に対するそれらの手法の有効性について述べている。

第3章では，本研究に用いた走査トンネル顕微鏡及び低速イオン散乱装置について述べている。

第4章では，In／Si系の水素誘起自己組織化に関する研究について述べている。In／Si系の表面上に原子状水素を吸着すると2次元的に分布していたIn原子が3次元クラスターを形成する自己組織化がおこることを示している。また，水素誘起自己組織化により，再配列した下地Siの構造を観察し，未だに不明であったSi（001）4×3－In表面の構造モデルを明らかにしている。

第5章では，Ge／Si系の水素誘起自己組織化に関する研究について述べている。Si（001）2×1－Ge表面上に原子状水素を吸着すると，モノハイドライドの形成により非対称であったGe－Geダイマーが対称ダイマーになることと，そのダイマーボンド距離が2.4Åから2.7Åに伸びることを明らかにしている。またGe／Si（001）表面上の水素の飽和吸着量がSi表面上より少ないことを示している。

第6章では，Sb／Si系の水素誘起自己組織化に関する研究について述べている。Si（001）2×1－Sb表面上に原子状水素を吸着するとSb原子が表面から脱離することが観察され，水素を利用したSb原子の選択エッチングの可能性を示唆している。また，Si（111）$\sqrt{3}\times\sqrt{3}$－Sb表面上に原子状水素を吸着すると，水素の吸着量に依存し表面の構造が（$\sqrt{3}\times\sqrt{3}$）→（2×1）→（1×1）へと変化することを示している。

第7章では，Si表面上In，Cu，Sn薄膜成長における水素及び界面構造の影響について述べている。成長する薄膜の成長モード，結晶性，成長方位，表面及びバルクへの拡散に対し，界面構造が大きな影響を及ぼすことを明らかにしている。

第8章では，本研究によって得られた結果を総括的にまとめている。

論文審査の結果の要旨

半導体デバイス加工技術の進歩にともない，素子の微細化や高集積化が進み，半導体表面・界面及び薄膜成長の制御の重要性はますます増大している。半導体デバイスの集積度や性能をより発展させるため，また，次世代機能性デバイス作成のための新しい薄膜材料を開発するためには，半導体表面・界面及び薄膜成長過程を原子的レベルで理解することが必要である。一方，Si LSI技術において水素はSi表面の不活性化やCVDなどの薄膜成長プロセスの制御に用いられ，重要な役割を果たしている。しかし，このように半導体プロセスにおいて水素は欠かせないものであるにも関わらず，半導体表面上極薄膜及び薄膜成長に及ぼす水素の影響に関する理解は未だに不十分である。本論文では，半導体表面上での極薄膜における原子状水素及び界面構造の影響を観察し，水素吸着による様々な現象を見出しており，薄膜成長初期過程における水素及び界面構造の影響を明らかにしたものである。その主な成果を要約すると次のとおりである。

(1) 水素誘起自己組織化に関する研究

Si表面上薄膜成長初期過程に原子状水素を吸着することによりおこる表面の構造変化，即ち水素誘起自己組織化は吸着原子の構造と下地Siの再配列構造に大きく依存し，それぞれに特異な表面自己組織化が起こることを明らかにしている。これまで，Si (111) $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ −金属の初期界面への水素吸着において，金属原子の2次元単原子層から3次元クラスターへの自己組織化過程が一般的な現象として報告されていたが，本研究から，水素誘起による自己組織化過程は金属と下地Siの原子構造に大きく依存しており，金属クラスターの自己形成過程以外に，多様かつ特異な形態の自己組織化を誘起できる可能性があることを強く示している。

(2) Si表面上薄膜成長初期過程における界面構造の影響

薄膜成長における成長モード，結晶性，成長方位，表面及びバルクへの拡散に対して，界面構造は大きな影響を及ぼすことが本研究から明らかになり，界面構造による薄膜成長過程の制御の可能性を示している。

以上のように，薄膜成長における水素及び界面構造の影響に関する有意義な結論を得ており，本研究で得られた知見は，半導体プロセスにおける薄膜成長の制御といった実用的な問題に対して，有益な情報となり，現在のみならず未来の半導体プロセスの分野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。