

Title	シンクロトロン放射光照射によるAlの熱CVD反応制御に関する研究
Author(s)	上杉, 文彦
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3075301
DOI	10.11501/3075301
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名 ^{うえ} 上 ^{すぎ} 杉 ^{ふみ} 文 ^{ひこ} 彦

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 1 1 9 0 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 6 年 3 月 16 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 名 シンクロトロン放射光照射による Al の熱 CVD 反応制御
に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 蒲 生 健 次

(副査)
教 授 小 林 猛 教 授 奥 山 雅 則

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、シンクロトロン放射光 (SR) 励起による光化学反応を用いた CVD (Chemical Vapor Deposition) の研究について報告する。

SR 照射によって熱 CVD 反応の抑制や誘起といった制御ができる現象を新たに見いだした。SR 励起表面光化学反応によって形成される原子層オーダの表面修飾層の作用によって発現する。この作用の決定要因が基板表面の組成、温度、励起光エネルギーであることを示す。さらに、これらを制御することによって同一基板上で熱 CVD 反応の抑制や誘起の作用を任意に発現できることを示す。

本論文は 8 章から構成されており、その内容は以下の通りである。

第 1 章では、光プロセス、特に、光 CVD の研究背景について述べ、Al の熱 CVD に SR を利用する目的と意義について明確にする。

第 2 章では、SR を用いたプロセス研究のために、高エネルギー物理学研究所放射光実験施設に建設した、表面光化学研究用のビームライン BL-9B と反応装置の特徴について述べる。

第 3 章では、SR 照射によって Al の熱 CVD 反応を制御できるという新たに見いだした現象について述べる。Si 表面上では CVD 反応が抑制され、SiO₂ 表面上では、逆に誘起される。これらの抑制・誘起の現象は、SR 照射部での表面光化学反応で形成される原子層オーダの表面修飾層の作用で発現することを明らかにする。

第 4 章では、表面修飾層の作用が、これを構成する元素間の化学結合状態によって決まることを示す。また、この状態が基板表面に敏感であることを示す。

第 5 章では、SR 励起表面光化学反応によって形成される修飾層の作用が、照射する光エネルギーによって異なることを示す。CVD の抑制効果は内殻電子励起領域の光によって顕著に発現し、誘起効果は価電子励起領域の光が有効であることを明らかにする。

第 6 章では、SR 励起表面光化学反応によって形成される修飾層の作用が、これを形成する基板温度に敏感であることを示す。これは修飾層の化学結合状態が基板温度によって変化するために生ずることを明らかにする。

第 7 章では、第 4 章、第 5 章、および、第 6 章で明らかにしたように、CVD 反応に対する修飾層の作用の仕方を決める 3 つの要因である基板表面、励起光エネルギー、基板温度を制御することによって、同一基板上でも CVD 反応を抑制したり誘起できることを示す。

第8章では、第3章から第7章までの研究結果を総括すると共に、SR 励起表面修飾 CVD 法とでも呼べる本研究結果に基づく CVD 方法の特徴と将来の展望について述べる。

論文審査の結果の要旨

シンクロトロン放射光 (SR 光) などからの軟X線を励起光源として用いる超微細加工プロセスは、超LSIデバイスの一層の集積化を実現するためのプロセス技術として期待されている。本論文は、SR 光励起 CVD (Chemical Vapor Deposition) によって Al 膜の堆積を行いその基礎特性を調べたものである。

まず、ジメチルアルミハイドライドを原料として Al の熱 CVD を行い、SR 照射下では、Al 膜は形成されず、SR 照射によって Al の熱 CVD 反応を制御できるという現象を初めて見いだしている。すなわち、SR 照射下では、清浄な Si 表面上では CVD 反応が抑制され、SiO₂ 表面上では、逆に誘起され Al 膜が堆積する。種々の照射条件のもとで Al 膜の堆積を行った結果、これらの抑制・誘起の現象は、SR 照射部での表面光化学反応で形成される原子層オーダの厚さの表面修飾層の作用で発現することを示している。オージェ電子分光法によって表面修飾層の組成および結合状態を調べ、Si 上では、SR 照射下で炭化アルミニウム層ができて Al の堆積が抑制されること、SiO₂ 上では表面修飾層は金属状態の Al と Si および C からなり、Al の CVD が誘起されることなどを明らかにしている。SR 照射によって誘起されるこの CVD 反応の抑制・誘起効果および表面修飾層の組成、結合状態の温度依存性を調べ、これからも抑制・誘起効果と炭化アルミおよび金属アルミの形成が関係していることを確認している。また、Si 上では水素終端表面では異なった温度依存性を示すことも見つけている。さらに、分光した SR 光を照射し光エネルギー依存性を調べて、Si 上では Al の内殻励起が起こるエネルギーで炭化アルミが形成され、CVD の抑制効果が得られること、SiO₂ 上の CVD の誘起効果の発現には価電子励起領域の光が有効であること、などの SR 光励起 CVD の特長を示す興味ある結果も示している。

これらの実験から、基板表面状態、励起光エネルギー、基板温度が抑制・誘起効果を決める要因であることを示し、これらのパラメータに対する依存性を明らかにしている。これらの結果を用いて同一基板上でも CVD 反応を抑制したり誘起できること、およびレジストパターンを用いないで直接 Al のネガおよびポジパターンが形成できることを実証し、選択成長法としてこれまでにあまり例のない重要な特長を有することを示している。

以上のように、本論文では、今後の超 LSI デバイス製作技術として期待されている SR 光励起プロセスについて新しい重要な知見を得ており、半導体工学の進歩に貢献するところ大であり、博士 (工学) 論文として価値あるものと認める。