

豊橋技術科学大学長 殿

3年2月26日

審査委員長 中村哲郎 印

論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。
記

学位申請者	三宅 竜也	学籍番号	第 84334/ 号
申請学位	工学博士	専攻名	システム情報工学専攻
論文題目	O ₂ および NO 分子線を用いた Si(100) 表面反応素過程の動力学的研究		
公開審査会の日	平成 3 年 2 月 20 日		
論文審査の期間	平成 3 年 1 月 23 日 ~ 平成 3 年 2 月 26 日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 3 年 2 月 20 日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨

本論文は、表面反応の動力学的研究に有用な分子線法を確立し、シリコン表面上での酸化・窒化反応等に係わる表面反応素過程の解明を目的としている。論文は六章から構成され、一章の緒論では関連した研究を展望し、本研究の具体的目標及び分子線法に関する基礎的事項等について述べている。二章では本研究で試作した分子線装置の構成、動力学的測定方法及びそれらの装置の性能について述べている。三章では、酸素分子線のシリコン表面からの散乱過程が、飛行時間分布及び角度分布測定により吸着脱離過程と直接非弾性散乱過程からなることを明らかにしている。前者の吸着脱離過程は入射エネルギー 0.1 eV 以下で支配的であり、後者の直接非弾性散乱過程は 1 eV 程度で支配的に起こることを明らかにしている。四章ではオージェ電子分光法により酸素解離吸着確率の入射エネルギー依存性及び表面温度依存性に関する結果が述べられている。0.1 eV 以下の低入射エネルギーでは物理吸着状態を前駆体とする見かけ上負の活性化エネルギーを有する解離吸着過程が、また、0.3 eV 以上では、見かけ上正の活性化エネルギーを有する直接的解離吸着過程が明らかにされている。五章では酸化シリコン表面からの一酸化窒素分子線の散乱過程を共鳴多光子イオン化法により調べ、直接非弾性散乱成分の散乱ローブの幅が入射エネルギーの増加とともに増加することをつきとめている。理論的解析から、表面散乱過程に対する表面コルゲーション(凸凹)の寄与が明らかにされている。六章には本研究で得られたシリコン表面反応素過程に関する知見を要約し結論を述べている。

審査結果の要旨

本論文の独創的な点は、従来の半導体プロセスに関する基礎研究が静的な手法による表面構造とその電子状態に集中していたのに対して、分子線法の導入により動的な立場からシリコン表面プロセスを追求した点にある。本研究において、Si 表面での酸素の解離吸着が、酸素分子の入射エネルギーに依存して異なった二つの仕方で行われることをオージェ電子分光法及び散乱法から初めて疑義なく明らかにされた。即ち、0.1 eV 程度の入射エネルギーでは、一旦物理吸着状態を経由する解離吸着過程が進行するが、エネルギーが 1.0 eV 程度に加速されると表面温度と共に増加する直接的な解離吸着過程が起こる事が突き止められた。通常の酸化手法では Si 表面を酸素雰囲気中に曝すだけであり、そのため酸素の入射エネルギーは 0.1 eV 以下に限られていた。このためこれまでの多くのシリコン表面反応研究では、表面反応の入射エネルギー依存性という概念事態が欠落していた。従って、本論文で得られた成果は、シリコン表面反応に対して新しい視点を与えるものであり、この分野に与えるインパクトは大きいと予想される。Si 表面反応が酸素分子の入射エネルギーにより著しく増加するという発見は、表面反応の基礎的研究のみにとどまらず、将来の半導体プロセスの低温化、高効率化、更には、微細化の為の基礎技術として新しい技術手法の可能性を秘めている点でその潜在的意義をも認めるものである。

以上、本論文は Si 表面科学の分野に動的表面反応という新機軸を導入したばかりでなく、将来のデバイスプロセスの新技术に分子線応用のポテンシャルを示した点においてその学術的価値が認められ、よって工学博士の学位論文に相当するものと判断される。

審査委員

中村哲郎 印

吉田明 印
鈴木新一 印

並木章 印
西垣敏 印