

平成 31 年 2 月 18 日

埼玉工業大学大学院工学研究科
丹羽 修 研究科長 殿

学位論文審査委員会

主査 巨 東英



副査 佐藤 進



副査 内田 正哉



副査 根岸 利一郎



副査 小森 文夫



学 位 (博士) 論文及び最終試験の審査結果について (報告)

専攻名：博士後期課程 電子工学 専攻

学籍番号：1622007

院生氏名：李 文欣

論文題目：Si(111)-7×7-CH₃OH 表面における FeN ナノ構造の形成過程に関

する研究

(Study on the formation behavior of FeN nano-structure on surface of Si(111)-7×7-CH₃OH)

上記の学位 (博士) 論文について、平成 31 年 2 月 18 日に審査および最終試験を行い、その結果を下記のとおり報告します。

記

1 学位論文の内容の要旨

近年、マイクロエレクトロニクス分野の急速な発展につれて、電子部品とデバイスの寸法がますます小さくなっている。分子モータ、単一原子のスイッチ、単一原子の記憶など原子レベルの技術は、新しい応用分野としても注目されている。とくに多数の研究者は STM を用いて Si (111) 7×7 表面に原子レベルや数ナノレベルの新規構造を構築しながらその表面に付着する物理あるいは化学的な現象の解明を研究テーマとして取り込んでいる。そして、本学位論文は STM を用いて Si (111) 7×7 表面に Fe と Fe_xN のクラスタを構築する研究を行い、エタノールを Si (111) 7×7 表面に塗布することによって、リニア構造を有する Fe と Fe_xN のクラスタを Si (111) 7×7 表面

に形成する研究を行った。さらにそのクラスタ構造の磁気特性を評価することによって研究の応用性について検討した。具体的には、本審査論文は5章で構成されている。第1章は、Si 表面原子構造の研究開発現状を説明し、新規なナノレベルの磁気記憶ユニットを開発する研究概要を述べた。第2章では、Si (111) 7×7 表面の表面にメタノールを塗布して、さらに加熱過程によって中間層を生成する方法を提案した。また、LEED と質量分析計などの評価・解析法を用い STM チャンバー内のイオン成分の変化を分析した。第3章は、Si (111) 7×7-メタノール (CH₃OH) 表面に Fe 原子の吸着効果を観察し、メタノールや Fe の濃度を調整することによって Fe クラスタのリニア構造を構築した。また、第一原理に基づいた STM の 3D スキャンによって、鉄クラスタが形成時の構造変化と付着メカニズムを明らかに解明した。第4章は、Fe 原子の窒化実験:窒素ガスを利用し、吸着の鉄クラスタに窒素原子を注入して、STM-XPS の測定による表面におけるナノ構造の元素分析を行うことにより、2種類のクラスタ構造を構築できることが明らかにした。以上の実験試料に対して、Si (111) 7x7-CH3OH 表面における鉄クラスタと Fe_xN 構造の磁気強度を測定し、Fe と Fe_xN クラスタ構造の磁気特性から、新規な磁気ユニットが Si (111) 7x7-CH3OH 表面に創成できると確定された。第5章は、本研究の総括であり、各章から得られた結論を簡潔にまとめた。

2 審査意見：

以上の学位論文は、STM により、Si (111) 7×7 構造表面にメタノール付着表面構築し、さらにその表面に Fe 原子のリニアなクラスタ構造を形成した後、窒素の導入によって Fe_xN のナノ構造を形成させ、FeN ナノ構造の形成メカニズムを解明した。また、Fe_xN 構造の磁気物性を測定し、表面における局所スピン構造と磁気特性に関する研究を行うことにより、この研究はさらに応用分野へ展開する可能性が示唆された。したがって、この論文から得られた有用な知見があり、とくにこの論文によりナノ磁性記憶ユニットに関連する研究開発の発展に寄与するところが少なくない。当審査委員会は、平成 31 年 2 月 18 日に審査委員ならびに関係教員出席のもとに、論文の最終試験と最終審査を行った。その結果、本人は表面科学に関する学力と英語に関し十分なレベルがあるものと認定し、本論文を博士(工学)の学位論文として合格と認める。

3 学位に付記する専攻分野の名称 (いずれかを○で囲む)

工学

学術

4 学位授与できるか否かの意見

1) 審査結果 (いずれかを○で囲む)

学位論文及び最終試験の判定

合格

不合格

2) 意見

学位申請者の報告を審査した結果、申請者の論文は博士学位論文に適している。