

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 よしおか かつまさ
吉岡 克将

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第 593 号

学位授与年月日 平成 31 年 3 月 26 日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第2項

学府・専攻名 工学府 物理情報工学専攻

学位論文題目 **Developments in lightwave nanoelectronics- Ultrafast sub-cycle manipulation of electron tunneling in metallic nanostructures-**
(光波ナノエレクトロニクス- 金属ナノ構造体における電子トンネリングの超高速サブサイクル操作 -)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 武田 淳 教授
横浜国立大学 片山 郁文 准教授
横浜国立大学 小坂 英男 教授
横浜国立大学 洪 鋒雷 教授
横浜国立大学 馬場 俊彦 教授

論文及び審査結果の要旨

現代の情報技術は、如何にしてより高速な時間スケールかつより微細な空間スケールで電子を精密に制御するかを突き詰めることによって発展し、人類の生活を一変させてきた。しかしながら、その礎となる半導体物理に基づいた既存のエレクトロニクス技術の延長はその歩みを止めつつある。従って、高度情報化社会の更なる発展のためには、新たな電子制御の手法を開拓し、その物理を明らかにする基盤的研究が必要不可欠である。一方で研究レベルでは、位相が制御された高強度の超短レーザーパルスが駆動する電子の非摂動論的振る舞いを利用することで、光の周波数で電子を制御する光エレクトロニクスが大きな注目を集めている。この技術はフェムト秒に及ぶ極限的な時間スケールでの電子制御を可能にするものの、空間スケールは光の回折限界によって制限されるため、ナノスケールでの電子制御はできない。

本論文は、これらを背景として、位相が制御された単一サイクルの高強度テラヘルツ波と金属ナノ構造体の相互作用を調べ、回折限界を超える領域において電子運動の超高速制御

を達成しそのメカニズムを明らかにした。具体的には、ランダムなナノギャップを有する金薄膜を透過したテラヘルツ電場波形の強度依存性を調べることで、高強度テラヘルツ波によってトンネル電子を駆動できることを明らかにした。また、走査型トンネル顕微鏡とテラヘルツ波を組み合わせることによって、単一トンネル接合においてテラヘルツ波により駆動されるトンネル電子の直接計測を行った。これによって、テラヘルツ波とトンネル接合の相互作用を明らかにしただけでなく、～数 10 フェムト秒かつ～1 ナノメートルという超高速度かつ超微細な時空間スケールでトンネル電子を制御し、そのメカニズムを解明することに成功した。

これらは、光波ナノエレクトロニクスという新分野を切り拓くものであり、博士（工学）として十分な内容を有しており合格と判定した。加えて、学位論文の審査における質疑応答により、博士論文に関連する分野の科目について博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定した。

本論文は、Springer/Nature、アメリカ化学会（ACS）、英国物理学会（IOP）の著名学術誌である Nature Photonics 誌、Nano Letters 誌、Journal of Physics D: Applied Physics 誌に計 4 報として掲載されている。また、米国での 4 ヶ月にわたる国際共同研究経験、国際会議における英語口頭発表も複数行い、著名国際学会において Best Presentation Award も受賞していることから外国語の能力は十分であると判断した。また、学位論文・発表論文に関して著作権保護への配慮は十分であり、修了要件である必要単位は取得済みである。

以上により、最終試験は合格であると判定した。