

博士学位論文 審査結果の要旨

芝浦工業大学大学院 理工学研究科 博士（後期）課程
博士学位論文審査委員会

主 査	上野 和良
審査委員	石川 博康
審査委員	前多 正
審査委員	田中 慎一
審査委員	近藤 英一
*審査委員	

氏 名	KETSOMBUN Ekkaphop
論文題目	Optimization of Molybdenum (V) Chloride Intercalation Process to Graphene for Conductor Applications
〔論文審査の要旨〕 グラフェンはキャリア散乱が少なく、原子間の結合力が強いため、LSI 用の低抵抗で高信頼な微細配線材料として、また力学インダクタンスの効果による高インダクタス密度の高周波インダクタ材料として期待されている。一方で、実用的なグラフェンデバイスの作製方法が確立していない。本論文は、低抵抗グラフェンを実現するための、グラフェン層間に五塩化モリブデン分子を挿入（インターカレーション）してキャリアを増やすプロセスの最適化に関するものである。本論文では、インターカレーションによって、グラフェン層間が広がるため、ドーピング濃度とプロセスダメージのトレードオフを解決する必要があることを明らかにし、その最適化手順を明らかにした。また、層数が多いほどプロセス温度や時間を増やす必要があり、それによってダメージも増えることを明らかにした。またデバイス応用に向けて、実用的な CVD 法による高品質多層グラフェン膜の作製法を確立し、最適化したインターカレーションで、低抵抗な多層グラフェンパターンを形成でき、抵抗低減効果を実証した。これにより、インダクタ小型化や高性能化など 5G 以降の高周波デバイスへの応用が期待される。 本審査では、予備審査での指摘を反映して修正した本審査用論文を審査委員が確認し、公聴会形式の本審査会（発表 1 時間、質疑・審査 1 時間）をオンラインで開催した。質疑では、審査委員より、検討したプロセスの優位性や課題、電気的特性や信頼性、プロセスのメカニズムなどに関して有意義なコメントと質問が各々あり、発表者からは適切な回答がなされた。また、一般の参加者からも実用化の見通しや挿入分子の選択基準などの質問があり、適切な回答がなされた。公聴会の後、発表者により、予備審査での審査委員の指摘に対する回答と説明が行われ、審査員の下承が得られた。その後、審査委員のみで審査を行い、学位審査基準に照らして、全員一致で合格と判定した。査読有主著論文（掲載 1 件）、査読有国際学会論文（主著 4 件、共著 1 件）、その他発表（主著 3 件）	