

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Deposition enhancement of thin films by combination design of precursor structure and coreactant gas in metal organic chemical vapor deposition process
著者(和文)	千葉洋一
Author(English)	Hirokazu Chiba
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10978号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:舟窪 浩,吉本 護,北本 仁孝,三宮 工,松田 晃史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10978号, Conferred date:2018/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		千葉 洋一	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	舟窪 浩	教授	審査員	松田 晃史	講師
	審査員	吉本 護	教授			
		北本 仁孝	教授			
三宮 工		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Deposition enhancement of thin films by combination design of precursor structure and coreactant gas in metal organic chemical vapor deposition process」(MOCVD プロセスにおける原料構造と反応ガスの組み合わせの設計による薄膜析出の促進)と題して英語で書かれ、全 6 章で構成されている。

第 1 章「General introduction」では、薄膜作製方法の内の一つである MOCVD 法の概要とその特徴について紹介し、MOCVD 法に用いる有機金属原料の構造が原料の物性・成膜特性・作製した膜の膜質に大きな影響を与える事について様々な原料を用いて検証した報告例をまとめると共に、未だ反応ガスの種類や基板表面の組成が変化した場合の知見が不足している事を指摘している。更に、有機金属原料構造と基板表面組成・反応ガスとの関係を明らかにし、MOCVD プロセスにより薄膜を作製する際の薄膜の析出を促進するための有機金属原料の構造設計に関する指針を見出すという本研究の目的を述べている。

第 2 章「Experimental details of MOCVD process and evaluation method」では、MOCVD 法に用いる有機金属原料の各種物性評価方法、MOCVD 法の成膜装置と成膜方法の概要、作製した膜の各種分析方法を説明している。

第 3 章「Effect of substrate composition and metal organic precursor structure on the reactivity between ruthenium precursor and oxygen」では、2 種類のルテニウム(Ru)有機金属原料を用い、酸素を反応ガスとして使用した MOCVD 法によって、SiO₂、HfSiON および HfO₂ 基板上に金属 Ru 薄膜を形成する際の有機金属原料の構造と基板表面組成との関係を調査している。その結果、金属ルテニウム薄膜の析出には、基板表面組成および有機金属原料の構造がどちらも影響を与えていることを明らかにしている。

第 4 章「Reactivity of ruthenium precursor towards ammonia coreactant」では、反応ガスにアンモニアを用いて非酸化雰囲気下において比較的低い温度での金属 Ru 薄膜作製を行い、有機金属原料構造と反応ガス種の間関係を調べている。3 章で検討した Ru 有機金属原料では、成膜温度 400℃以下では全く膜析出がみられなかった。そこで Ru 有機金属原料の配位子にアンモニアと反応性が高いと期待できる酸素原子を導入する事で、400℃以下での Ru 薄膜の析出に成功している。この結果より、有機金属原料と反応ガスの組み合わせが MOCVD プロセスにおいて非常に重要である事を明らかにしている。また 3 章と 4 章で得られた知見より、有機金属原料と反応ガスそれぞれに含まれる窒素原子と酸素原子の組み合わせが MOCVD プロセスにおける薄膜の析出促進に効果的に働くという薄膜の析出を促進するための有機金属原料の構造設計の指針を提案している。

第 5 章「Reactivity of various metal organic precursors which contain nitrogen atoms towards oxygen coreactant」では、窒素原子を含有した Ti, Si, Ta, Nb, および Bi の有機金属原料と反応ガスである酸素を用いてそれぞれ金属酸化物薄膜を作製し、4 章で提案した指針の真偽と適用範囲について検証を行っている。Ti, Si, Ta および Nb の有機金属原料について、窒素原子含有配位子を有する有機金属原料を用いることで、窒素原子を導入していない配位子からなる原料よりも大きな析出速度を低温で得ることに成功している。これらの結果より、4 章の指針通り窒素原子含有有機金属原料と反応ガスである酸素の組み合わせが膜析出を促進する事が明らかとなり、この指針が様々な金属元素へ適用可能である事を示唆する結果を得ている。さらに、窒素原子含有配位子を有する Bi 有機金属原料を Ru 有機金属原料と同時に供給することで、多成分酸化物の Bi₂Ru₂O₇ 膜の作製に成功している。

第 6 章「General conclusion」では結論及び今後の展望と課題について述べている。

以上より、本論文は MOCVD プロセスにおける金属及び金属酸化物薄膜の成長を促進することをめざして有機金属原料構造と基板表面組成ならびに反応ガスとの関係について検討し、有機金属原料の構造設計に関する指針を提案しており、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって博士(工学)の学位論文として十分に価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。