

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物質科学創造	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	千葉 洋一		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	舟窪 浩	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor (sub)	吉本 護	

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

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た。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た。

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た。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が、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た。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た。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た。

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た。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た。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ことを示唆する結果を得た。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 膜の作製に成功した。

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

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	物質科学創造	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名 : Student's Name	千葉 洋一		指導教員 (主) : Academic Supervisor(main)	舟窪 浩	
			指導教員 (副) : Academic Supervisor(sub)	吉本 護	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This thesis entitled “Deposition enhancement of thin films by combination design of precursor structure and coreactant gas in metal organic chemical vapor deposition process” consists of 6 chapters written in English.

In chapter 1 entitled “General introduction”, general introduction of MOCVD process, an example of reaction control by designing the metal organic precursor structure and its problems, and objectives of this thesis are described.

In chapter 2 entitled “Experimental details of MOCVD process and evaluation method”, experimental details of MOCVD process and evaluation method are mentioned.

In chapter 3 entitled “Effect of substrate composition and metal organic precursor structure on the reactivity between ruthenium precursor and oxygen”, the effect of substrate composition and ruthenium precursor structure on the reactivity between ruthenium precursor and oxygen as a coreactant is explained with two types of ruthenium precursors.

In chapter 4 entitled “Reactivity of ruthenium precursor towards ammonia coreactant”, the reactivity of ruthenium precursor towards ammonia coreactant gas is described. In addition, a hypothesis of rules for metal organic precursor design under the consideration of the reactivity between metal organic precursor structure and coreactant, the combination of N and O atoms in metal organic precursor structure and coreactant respectively is effective for high reactivity in MOCVD process, is proposed.

In chapter 5 entitled “Reactivity of various metal organic precursors which contain nitrogen atoms towards oxygen coreactant”, the trial to prove the hypothesis correct and to expand the hypothesis application range by designing various metal organic precursor structures which has nitrogen atoms and depositing thin films with these precursors and oxygen as a coreactant is described as examples of opposite N and O atoms combination against chapter 4. Various kinds of metal element were examined to confirm that the hypothesis may apply not only to ruthenium precursor but also other metal elements. In addition, the rule was expanded to double oxide formation.

In chapter 6 entitled “General conclusion”, conclusions and perspectives of this thesis are described.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).