

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	イットリウム系セラミックスコーティングの微細組織構造が耐プラズマ性に及ぼす影響
Title(English)	
著者(和文)	芦澤宏明
Author(English)	Hiroaki Ashizawa
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11641号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉田 克己,小林 能直,赤塚 洋,塚原 剛彦,宮内 雅浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11641号, Conferred date:2020/9/25, 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

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	材料 原子核工学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of
学生氏名： Student's Name	芦澤 宏明		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main) 吉田 克己
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「イットリウム系セラミックスコーティングの微細組織構造が耐プラズマ性に及ぼす影響」と題し、6章より構成されている。

第1章「緒言」では、プラズマエッチング装置のチャンバー壁面部材について、その壁面部材がプラズマ環境でエッチングされることで生じるパーティクル及びフッ化されることで生じるプロセスドリフトが半導体デバイス製造上の重大な課題となっていることを述べている。それら課題解決に向け、壁面部材の保護膜として耐プラズマ性に優れたイットリウム系セラミックスコーティングが研究開発されている現状を述べた上で、プロセス起因の微細組織構造が、エッチングに伴う表面形態変化及びフッ化挙動に関する耐プラズマ性に及ぼす影響が明らかとなっていない点を指摘している。これらを踏まえた上で、本論文はイットリウム系セラミックスコーティングの微細組織構造が耐プラズマ性に及ぼす影響を明らかとすること、また、得られた研究成果に基づき最適な耐プラズマ性コーティングを提案することを目的としていることを述べている。

第2章「イットリア焼結体の微細組織構造がプラズマエッチングに伴う表面形態変化に及ぼす影響」では、焼成条件により作製した異なる結晶粒の大きさや気孔率を有する Y_2O_3 焼結体について、その微細組織構造がプラズマエッチングに伴う表面形態変化へ及ぼす影響を検討している。 Y_2O_3 焼結体のプラズマエッチングでは、気孔端部から選択的にエッチングが進行しクレーター状のプラズマエッチング痕が形成され、表面粗さが著しく増加することを明らかとしている。また、熱間等方圧加圧 (HIP) 処理を施した気孔の無い高密度の Y_2O_3 焼結体は、表面から均質にエッチングされプラズマ曝露時間に寄らず平滑面を維持することから、粒子脱落に伴うパーティクル発生リスクが低い優れた微細組織構造を有していると結論付けている。

第3章「イットリアコーティングの微細組織構造がプラズマエッチングに伴う表面形態変化に及ぼす影響」では、エアロゾルデポジション (AD) 法で作製した Y_2O_3 コーティングを大気プラズマ溶射法及びイオンプレーティングで作製した Y_2O_3 コーティングと比較し、そのコーティングプロセスに起因した微細組織構造がプラズマエッチングに伴う表面形態変化へ及ぼす影響を検討している。 Y_2O_3 コーティングのプラズマエッチングでは、 Y_2O_3 焼結体同様に気孔端部から選択的にエッチングが進行し、コーティングプロセスに起因した気孔形状を反映したプラズマエッチング痕が形成され、表面粗さを著しく増加することを明らかとしている。また、AD法で作製した気孔の無い高密度の Y_2O_3 コーティングは、表面から均質にエッチングされプラズマ曝露時間に寄らず平滑面を維持することから、粒子脱落に伴うパーティクル発生リスクが低い優れた微細組織構造を有していると結論付けている。

第4章「イットリアコーティングの微細組織構造がフッ素プラズマ環境下でのフッ化挙動に及ぼす影響」では、コーティングプロセスに起因した微細組織構造がフッ素プラズマ環境下でのフッ化挙動へ及ぼす影響を検討している。 Y_2O_3 コーティングのフッ化では、表層にオキシフッ化イットリウム (YOF) 層を形成すること、また、開気孔を通じ F 元素が膜内部に拡散することを明らかとしている。AD法で作製した気孔の無い高密度の微細組織構造を有する Y_2O_3 コーティングは、F 元素の膜内部への拡散が抑制され、形成した YOF 層は 45 nm と薄いことから、フッ化で生じるプロセスドリフトの低減に対しても優れた微細組織構造を有していると結論付けている。

第5章「エアロゾルデポジション法で作製したオキシフッ化イットリウムコーティングの耐プラズマ性評価」では、 Y_2O_3 のフッ化後の安定相である YOF を、AD法を用いてコーティングし、プラズマエッチングに伴う表面形態変化及びフッ化挙動を検討している。AD法で作製した YOF コーティングは気孔の無い高密度の微細組織構造を有しており、プラズマ曝露後も初期の平滑な膜表面を維持すること及びフッ化や酸化等の化学組成変化が抑制されることを明らかとしている。これを踏まえた上で、AD法で作製した YOF コーティングを、緻密微細組織構造と化学的安定性を併せ持つ、パーティクル及びプロセスドリフトの課題解決が期待できる新規耐プラズマ性セラミックスコーティングとして提案している。

第6章「結言」では、各章において得られた結果を総括し本論文の結論としている。これを要するに、本論文はコーティングプロセスに起因した微細組織構造が耐プラズマ性に及ぼす影響を明らかとした上で、得られた研究成果に基づきパーティクルとプロセスドリフト低減が期待できる AD法で作製した YOF コーティングを新規耐プラズマ性コーティングとして提案したものであり、工学上及び工業上貢献するところが大きい。よって本論文は、博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認められる。

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

系・コース： Department of, Graduate major in	材料 原子核工学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	芦澤 宏明		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	吉田 克己	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This thesis is entitled "Effects of microstructure of yttrium-based ceramics coating on plasma resistance" and composed of 6 chapters.

Chapter 1 "Introduction" mentioned particle contamination and process drift due to plasma etching or fluorination of the chamber wall of the plasma etching equipment were serious problems. In order to solve these problems, this thesis clarified the effects of the microstructure of yttrium-based ceramic coatings on plasma resistance.

In Chapter 2, sintered Y_2O_3 ceramics with various grain sizes and porosities were fabricated under different sintering conditions, and the effect of the microstructures of the Y_2O_3 ceramics on their plasma etching was investigated. In the plasma etching of Y_2O_3 ceramics, it was clarified that crater-like plasma etching marks were formed by selective etching from the pore edge and surface roughness was remarkably increased.

In Chapter 3, the effect of the microstructures of the Y_2O_3 coatings prepared by different coating methods on their plasma etching was investigated. The plasma etched the pores selectively and generated etching marks that reflected the coatings' pore shape and increased their surface roughness.

In Chapter 4, the effect of the microstructures of the Y_2O_3 coatings prepared by different coating methods on their fluorination behavior was investigated. In fluorination of Y_2O_3 coating, it was clarified that F element diffused into the coating through open pores and yttrium oxyfluoride (YOF) layer was formed on the surface.

In Chapter 5, the effect of the microstructure of YOF coating prepared by aerosol deposition (AD) method on plasma resistance was investigated. The YOF coating prepared by the AD method had highly dense microstructure structure without any pores, and maintained the initial smooth surface roughness after plasma exposure and suppressed fluorination. Based on these results, I proposed the YOF coating prepared by the AD method as an ideal plasma-resistant ceramic coating that solves the problems of particle contamination and process drift.

Chapter 6 "Conclusion" summarized the results of each chapter and concluded this thesis.

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 1 copy 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).