

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)	要約
Type(English)	Outline

論文題目: 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

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の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。