

イットリウム系セラミックのプロセスガスプラズマ照射による影響に関する研究
Study on effect of yttrium-based ceramics by process gas plasma irradiation.

天野汰一¹⁾, 上田良夫¹⁾, Heun Tae Lee¹⁾, 伊庭野建造¹⁾, 濱島和雄²⁾, 森笹真司²⁾
 AMANO Taichi¹⁾, UEDA Yoshio¹⁾, Heun Tae Lee¹⁾, IBANO Kenzo¹⁾, HAMASHIMA Kazuo²⁾,
 MORISASA Shinzi²⁾

1) 大阪大学工学研究科 2) トーカロ株式会社

1) Graduate School of Engineering Osaka University 2) Tocalo Co.,Ltd.

1. 研究背景

半導体エッチング工程では、プラズマによるドライエッチングがよく用いられるが、プラズマによる装置内壁の損耗でダストが発生し、生産性の低下に影響を及ぼす。[1]

そこでエッチング装置内壁を硬度と耐摩耗性に優れたY系のセラミック材で保護する方法が注目されるようになったが、用いるプロセスガスとの組み合わせによっては、化学反応し、揮発性種を発生する化学スパッタリングを起こす可能性があり、やはりダストの発生が危惧される。[1][2]

本研究では、この発塵機構の明確化のため、現行使われているY系セラミック被膜候補材に加え、候補材として挙げられるAl系及び、Zr系セラミックへのプロセスガスプラズマの照射をし、照射後の試料表面の損耗、改質、組成変化をそれぞれ調査する。

2. 実験方法

実験に用いた試料は、Al, Y, Zrの金属単体、酸化物セラミックス及びフッ化物セラミックスを用意し、放電プラズマ焼結を用いて作成され、10 mm角で厚さ1 mmのものをを用いた。プロセスガスについては、Arプラズマを用い、大阪大学のECRプラズマ装置(Hifit-u)を用い、 $(\sim 1 \times 10^{21} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ の定常粒子束で照射を行った。

照射前後の質量損耗についてマイクロ天秤(メトラートレドMX5)を用いて測定を行った。

照射前後の表面改質について、走査型電子顕微鏡(FE-SEM, 日本電子JSM-7600F)を用いた画像で得た。

加えて表面の組成変化を、走査型電子顕微鏡に搭載されているエネルギー分散型X線分析(EDS)システムを用いて得た。

3. 実験結果

まず、Ar照射について、照射前後の酸化物、フッ化物セラミックスの質量変化をFig.1に示す。酸化物の方がフッ化物に比べ損耗が少ない傾がある。Arは不活性であると考えられるが、ZrF₄は、損耗量が非常に大きく、Fig.2に示したEDSによる元素分析の結果からZrF₄中のF元素が選択的にスパッタリングされやすいことが分かった。

今後の実験として、活性であり試料との化学反応が考えられるOをプロセスガスとして用いた同様の実験を行い比較する予定である。

	Al ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	AlF ₃	YF ₃	ZrF ₄
質量損耗(mg)	0.08	0.45	1.53	1.18	0.67	9.97
atms	2.47×10^{17}	1.21×10^{18}	6.38×10^{17}	8.46×10^{18}	2.76×10^{18}	3.59×10^{19}

Fig.1 照射前後の質量変化とスパッタ粒子数

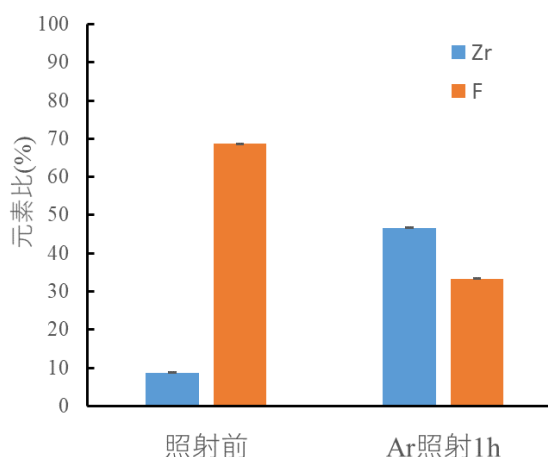


Fig.2 ZrF₄のAr照射前後元素比変化

[1] Tzu-Ken Lin, Wei-Kai Wang, et al. "Nanomaterials 2017, (7), 183"

[2] Yu-Cao, Lei Zhao, et al. "Applied Surface Science 2016, Vol.366, 303-309"