The corrosion resistivity of C/C material against the plasma irradiation プラズマ照射に対するC/C複合材料の耐食性

Kouhei KATO and Jun-ichi MATSUSHITA

Department of Applied Chemistry, School of Engineering, Tokai University, 1117

Kitakaname, Hiratuka 259-1292, JAPAN

TEL:81-0463-58-1211(EXT.4186) FAX:81-0463-58-1812

Akira TONEGAWA

Department of Physics, School of Science, Tokai University, 1117

Kitakaname, Hiratsuka, 259-1292, JAPAN

TEL:81-0463-58-1211(EXT.3684) FAX:81-0463-58-1812

Kazutaka KAWAMURA and Kazuo TAKAYAMA

Research Institute of Science and Technology, Tokai University, 1117

Kitakaname, Hiratsuka 259-1292, JAPAN

TEL:81-463-58-1211(EXT.5300) FAX:81-463-58-1203

(Received 6, November 2000 Accepted 9, June 2001)

Corrosion resistivity of a Carbon/Carbon composite irradiated by both H₂ and Ar sheet plasmas is analyzed gravimetrically. It is found that the corrosion rate in the case of the H₂ plasma is three times greater than that of the Ar plasma. Such a value of three is approximately equal to the ratio of the heat fluxes of H₂ and Ar sheet plasmas, indicating that the physical sputtering can be main cause of the corrosion in our experiment.

Keywords :Sheet plasma, Carbon/Carbon composite, Sputtering, Corrosion resistivity

I. INTRODUCTION

炭素繊維強化炭素複合材料 (Carbon/Carbon composite: 以下C/C複合材料) は、高温による耐衝撃性および軽量材であるため、核融合および宇宙開発において有用な材料である。核融合のための閉じ込め装置では、C/C複合材料はダイバータ板や炉壁に使われる可能性がある。¹ ダイバータ板や炉壁は高熱流プラズマにさらされるため、高熱流プラズマによるC/C複合材料の耐食性を調べることは重要である。一般的に材料にプラズマを照射すると、物理スパッタリングや化学スパッタリングが生じる。特にC/C複合材料の場合では、上記スパッタリング以外にプラズマ照射による温度上昇によりその繊維や微粒子が昇華する可能性がある。そこで本実験の目的は、高熱流プラズマによるC/C複合材料の耐食性を調べることにある。

II. EXPERIMENTAL

本実験では高熱流プラズマを得るために東海大学シートプラズマ発生装置を用いた。この装置は文部科学省核融合科学研究所のTP-D装置を一部改良し、シート状プラズマを発生させるようにしたものである。

のである。

材料へのプラズマ照射の模式図をFig. 1に示す。ステンレス製のサンプルホルダー前面に試料であるC/C複合素材を取り付け、その試料にシートプラズマを照射した。今回用いたC/C複合素材の構造はグラファイトを繊維状に編み込んだ中にさらにグラファイトの微粉末を詰めた構造になっている。試料及び、ホルダはAl₂O₃によって絶縁されており、試料に対して電圧を加えることができる。またター

Fig.1. Schematic diagram of experimental setup.

ゲットの熱流速値は熱電対とターゲットの水冷の流量から求めた。

Table 1 に照射用シート状プラズマ生成装置の実験条件を示す。放電用ガスとしてArとH₂を用いた。H₂は核融合プラズマを模擬するためであり、またArは物理スパッタリングの影響を調べるために用いている。これらの両者のガスを放電用ガスとして用いた場合を比較すると、Arプラズマでは物理スパッタリングが圧倒的に生じやすく、H₂プラズマでは化学スパッタリングが生じやすい。

Table1に示すようにArプラズマの場合、放電電流I_dは70A でありガス流量は20 SCCMである。これに対してH₂プラズマの場合、I_dは 45 A、ガス流量は 72 SCCMである。いずれの場合も照射時間は10 min、プラズマの材料に対する入射角はFig.1の様に0°であり、また材料は電氣的にフローティングにされている。実験時における照射材料のフローティング電圧は、ArおよびH₂についてそれぞれ-16 Vおよび-24 Vであった。

Table 1. Experimental conditions.

Gas species	Ar	H ₂
Gas flow ratio (SCCM)	20	72
Target potential difference (V)	-16	-24
Discharge voltage (V)	-83	-249
Discharge current (A)	70	45

III.RESULTS & DISCUSSION

プラズマを照射した試料重量の変化をTable 2に示す。実験条件はTable1に示してある。実験後の試料重量は、H₂プラズマの場合0.137 %減少した。一方Arプラズマの場合は0.057 %減少した。このことから、H₂プラズマとArプラズマを照射した場合の材料の重量変化率の比は、ほぼ3：1であることが分かる。

上に述べた重量変化率の比と、熱流束値の違いから、本実験で生じたスパッタリングについて次のように考察することができる。本実験ではH₂プラ

ズマの熱流束値と、Arプラズマのそれとの比は3：1である。この比は前に述べた重量変化率の比に等しい。すなわち、重量変化率と熱流束と関係していると考ええる事ができる。

また本実験条件でのH₂プラズマとArプラズマのイオン温度がほぼ等しく、熱流束値はイオンの粒子密度に比例していることから、本照射実験では、化学スパッタリングより物理スパッタリングが支配的に生じた可能性があると考えている。ただしC/C複合材料の昇華を考慮することは今後の課題である。

Table 2. Sample mass transformation quantity.

Gas species	Before experiment (g)	After experiment (g)	Transformation rate (%)
Ar	4.5168	4.5142	-0.057
H ₂	5.182	5.1749	-0.137

IV.CONCLUSION

H₂プラズマとArプラズマとをC/C複合材料に照射したときの試料の重量変化を調べた。Arプラズマを照射したときに比べてH₂プラズマを照射した試料の重量変化率の比は約3倍大きくなった。重量変化率と熱流束は、ほぼ比例関係を満たすことから、本実験では物理スパッタリングが化学スパッタリングよりも著しく起こっていると考えられる。

REFERENCE

¹N. Hosogane, S. Tkamura, N. Ohyabu, M. Shimada, H. Tawara, K. Itami : Divertor and associated database and modeling, *J. Plasma Fusion Res.*, 72[6], 505 (1996), [in Japanese].

Presented at '00 SAS Intelligent Symposium