

質量分析法による DLC 成膜用 Ar/CH₄ プラズマの診断

Diagnosis of Ar/CH₄ Plasmas for Diamond-like Carbon Films using Mass Spectrometry

○深井 駿¹、小田 昭紀¹、上坂 裕之²、太田 貴之³ (1. 千葉工大、2. 名大機械、3. 名城大理工)

○Shun Fukai¹, Akinori Oda¹, Hiroyuki Kousaka², Takayuki Ohta³

(1. Chiba Inst. Technol., 2. Nagoya Univ., 3. Meijo Univ.)

E-mail: akinori.oda@it-chiba.ac.jp

1. 背景

ダイヤモンドライクカーボン (DLC : Diamond-Like Carbon) は、硬さ、耐食性、耐摩耗性などの特性に優れており、ペットボトルの容器や切削工具、自動車部品等コーティング技術として様々な分野で利用されている。DLC 成膜方法には、イオン化蒸着法、スパッタ法、プラズマ CVD 法などがあるが、特にプラズマ CVD 法は低温で原料ガスを効率よく分解可能であるため機能性薄膜創製技術としてよく利用される。その際、成膜用プラズマと成膜品質との相関には未解明な部分が多い状況である⁽¹⁾。そのため、DLC 成膜源である炭化水素プラズマ中の諸特性の理解が非常に重要である。

本報告では、DLC 成膜用容量結合型 RF 炭化水素 (Ar/CH₄(1%)) プラズマを対象に、本プラズマ中の基礎特性を四重極質量分析装置により測定したので、その結果を報告する。

2. 実験装置・方法

図 1 に実験装置の概略図を示す。実験容器 (高さ 30 cm, 直径 25 cm のステンレス製の円筒容器) 内に、直径 15 cm の二枚の金属平板電極が 2.5 cm の距離を空けて平行に配置されている。本容器内に Ar/CH₄(1%) 混合ガスを流量 1 sccm で導入し、容器圧力を 1.5 から 5.0 Pa まで変化させた上で、高周波電力 100 W を印加し炭化水素プラズマを生成させる。その後、四重極質量分析装置 (HIDEN ANARYTICAL 社製 EQP-300) により、本プラズマを通じて生成された各種炭化水素イオン種の計測を行った。

3. 結果と考察

図 2 に四重極質量分析装置で測定された容器圧力 1.5 Pa 時の Ar/CH₄(1%) プラズマの質量スペクトルを示す。本図より、本プラズマ中では原料ガスの主成分である Ar 由来のイオン Ar⁺(m/z = 40) の検出量が最も多く、それに続き C₂H₄⁺(m/z = 28), H₂O⁺(m/z = 18), CH₅⁺(m/z = 17) が検出された。特に、この C₂H₄⁺は、以下の流れで生成される。原料ガスである CH₄ が電子衝突解離により各種炭化水素ラジカル (CH₃, CH₂, CH など) が生成される⁽²⁾。その後、これらラジカルと CH₄ との反応により C₂H₄ が生成され、この C₂H₄ に電子が直接電離することで C₂H₄⁺ が生成される。電子イオン化法を用いた出現質量分析に関するその他結果の詳細は講演当日に報告する。

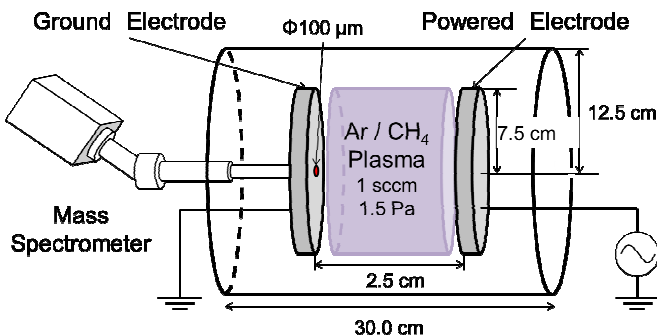


図 1. 実験装置概略図。

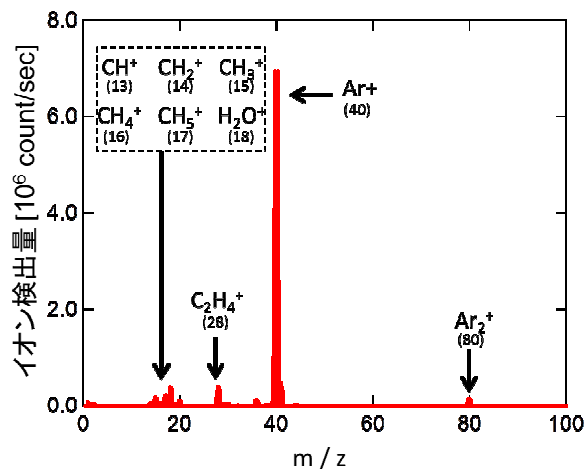


図 2. Ar/CH₄(1%) プラズマ中の質量スペクトル。

謝辞

本研究遂行にあたり JSPS 科研費 (No. 26420247) および NEDO 平成 23 年度先導的産業技術創出事業 (No. 1106004d) の補助を受けた。ここに謝意を表す。

文 献

- (1) 斎藤秀俊監修: "DLC 膜ハンドブック", NTS, p.56 (2006)
- (2) 藤野健太郎, 芦田完, 渡辺国昭, 岡部俊夫: "メタン及びエチレンプラズマによる炭素膜の調製と始祖含有量の評価", 富山大学水素同位体科学研究センター研究報告, Vol.19, pp47-55, (1999)