

アーク放電法によるフラーレン生成に及ぼす空気リークの影響

正員 滝川 浩史 (豊橋技科大)
 非会員 古瀬 博 (豊橋技科大)
 正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)

Influence of Air Leakage on Productivity of Fullerene in Arc Discharge Method

Hirofumi Takikawa, Member, Hiroshi Furuse, Non-member, Tateki Sakakibara, Member
 (Toyohashi University of Technology)

キーワード： フラーレン生成, 炭素アーク放電法, 空気リーク, 収率, 生成速度, 放射スペクトル

現在、フラーレンを最も効率的に生成する手法は、グラファイト電極を用いた低圧アーク放電法である⁽¹⁾。筆者らはこれまで、アーク放電法を用い、種々の雰囲気ガス(He, Ne, Ar, Kr, H₂, N₂, O₂, CO₂, CH₄)下においてフラーレンを生成してきた。その結果、Heの場合が33 mg/minと最も生成速度が高いが、N₂を用いるとフラーレンは2.5 mg/minしか生成できないことがわかった⁽²⁾。このことから、空気リークがある装置を用いると、雰囲気ガスをHeとしてもフラーレンの生産性が低下するのではないかと考えた。そこで、どの程度の空気リークがフラーレンの生成に影響を及ぼすかを把握するため、装置内へ意図的に空気をリークさせた状態でフラーレンを生成した。

フラーレン生成装置を図1に示す。同装置は、直径200 mmφ、長さ300 mmのSUS 304製真空チャンバ内に、10 mmφのグラファイト電極(日本カーボン; EGF-263H, 純度: 99.998%)を水平に配置したものである。空気リーク量の調節のため、目盛り付き精密ニードルバルブを取り付けた。ニードルバルブを閉めた状態では、10 kPaでの空気リーク量は5×10⁻⁵ Pa・m³/s以下であった。

実験手順を以下に示す。まず、チャンバ内を真空排気した後、排気バルブを閉め、7.7 kPa (=初期圧力 P₀ (Pa)) になるまでHeを導入した。次に、ニードルバルブを開き、一定流量の空気をチャンバ内に導入させ、10 min以上放置した。t (min) 後、圧力 P₁ (Pa) を読み取り、気体の状態方程式から導いた次式に従って空気リーク量 Q (Pa・m³/s) (大気圧室温) を求めた。

$$Q = (P_1 - P_0) \frac{V}{60t} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、Vは本装置の容積(12.9×10⁻³ m³; 観測窓等を含めた実容積)である。リーク量を求めた後、再び真空排気し、排気バルブを閉め、7.7 kPa (=放電開始圧力 P_s) までHeを導入し、アークを点弧した。実験条件は、アーク電流: 直流150 A, ギャップ長: 2 mm, 放電時間: 10 minを

一定とし、空気リーク量 Q を 5×10⁻⁵ ~ 8.3×10⁻² Pa・m³/s で変化させた。

図2に、すす生成量(装置全体からの全回収量)、フラーレン収率(全すす中に含まれるフラーレンの質量比; トルエン溶媒ソックスレー抽出)およびフラーレン生成速度(すす生成量×フラーレン収率)の計測結果を示す。同図の横軸の下方に、装置の容積によらず一般性のある空気リーク量を表す軸として、空気分圧の増加率 [(P₁-P₀)/P₀ × 100%/min] を示す。また、アーク点弧直後、高温プラズマの発生のため、圧力が約9 kPaまで急増し、その後、リーク量に依存して徐々に増加した。そこで、放電時間10 min間の平均圧力を同図の下方に示す。参考までに、リーク量 5×10⁻⁵ Pa・m³/s以下、平均圧力10 kPaで雰囲気ガスをN₂およびO₂としたときのフラーレン生産性の結果も示した。

図2から以下のがわかる。空気リーク量が5×10⁻⁵ ~ 3.3×10⁻³ Pa・m³/sの範囲では、すす生成量は約220 mg/min、フラーレン収率は約16%、フラーレン生成速度は

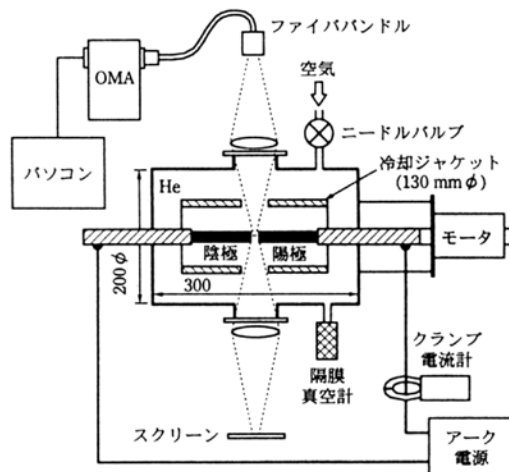


図1 フラーレン生成用アーク装置
 Fig.1. Arc apparatus for fullerene production.