

平成9年2月14日

総合エネルギー工学専攻	学籍番号	925304
申請者氏名	松尾 廣 伸	

指導教官氏名	榊 原 建 樹
--------	---------

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	グラファイトアーク法によるフラーレンの生成とアーク特性との関係
------	---------------------------------

(要旨 1,200 字程度)

フラーレンは、グラファイトを電極として用いた低気圧のアークから発生するすすの中に含まれる。すすの発生量やそのすす中に含まれるフラーレンの重量比(収率)はアークのプロセスパラメータに強く影響される。本研究では、まず、それらの影響を系統的に計測した。その結果、フラーレンの収率は、雰囲気ガスをHeとした場合、圧力: 10 kPa, ギャップ長: 2 mm, アーク電流: 150 A, 電極直径: 10 mm, 冷却ジャケット直径: 130 mm のときに16%と最高となった。この条件下で、ガス種の影響を調べたところ、フラーレンの収率はHeのときに最も高く、以下Ne, CO₂, O₂, Ar, Kr, N₂の順であった。H₂, CH₄ ガス中ではフラーレンは生成されなかった。

Heガス中のアーク電圧を種々の電流, ギャップ長および圧力に対して計測し、電界および電極降下を求めた。その結果、電界は、電流にあまり依存せず、圧力が高くなるほど強くなり(0.2~4 V/mm), また、陽極降下および陰極降下は、それぞれ6~7 Vであることがわかった。

アークから放射されるスペクトルを計測し、C₂, C, C⁺, C⁺⁺, 雰囲気ガスの原子・分子およびこれらの反応によって形成された分子のスペクトルを同定した。また、計測したスペクトルの強度とすすの発生量やフラーレンの収率とを比較したところ、C₂のスペクトルが強く観測される条件ではすすの発生量や収率が高く、C⁺, H, CNのスペクトルが強く観測される条件下では両者とも低いことが明らかとなった。

局所熱平衡の仮定の下に、炭素蒸気混入率をパラメータとして、炭素蒸気混入高温ガスの粒子組成を温度の関数として計算した。その計算値および各種の衝突断面積のデータを用いて、炭素蒸気混入高温ガスの輸送特性を計算した。その結果、以下のことが明らかとなった。炭素蒸気が混入していないHeガスの導電率は低く、炭素蒸気が混入すると導電率は増加する。他のガスの導電率はHeに比べて高く、炭素蒸気が混入してもあまり変化しない。熱伝導率は、どのガスでも炭素蒸気の混入により、4,000 K付近で著しく増加する。希ガスの熱伝導率は、Heのときに最も高く、Ne, Ar, Kr, Xeと低下する。多原子分子ガスの熱伝導率は、ガスの解離反応が起こる温度領域では、希ガスと比べてかなり高くなる。

粒子組成の計算結果を用いて、炭素蒸気混入高温Heガスからの放射スペクトルを計算した。一方、実際のHeガス中グラファイトアークプラズマからの放射スペクトルの半径方向分布を計測した。両者を比較することにより、温度および炭素蒸気混入率分布を求めた。その結果、以下のことが明らかとなった。アーク電流: 150 A, 圧力: 10kPa, ギャップ長: 4 mmの場合、アーク軸上の陽極近傍の温度は4,000 K程度であるのに対し、陰極近傍の温度は12,000 Kに達する。炭素蒸気混入率は、陽極近傍で100%であるのに対し、陰極近傍では、72%である。

以上のことから、フラーレンの収率を高くするためには、グラファイト陽極から炭素蒸気が盛んに蒸発し、それらの蒸気がCやC⁺まで分解されずにC₂の状態で存在できる比較的低温のアークプラズマ状態が必要であることが明らかとなった。