

高時間分解能解析による液中プラズマ放電のメカニズム解明 High temporal resolution analysis of the mechanism of submerged plasma discharge

榎田崇文¹, 谷津茂男¹, 富岡智¹, 渡辺精一¹
KUSHIDA Takafumi¹, YATSU Shigeo¹, TOMIOKA Satoshi¹, WATANABE Seiichi¹

¹北大工
¹Hokkaido Univ.

1. 序論

近年金属はナノサイズになるとバルクとは異なる性質を示すという事が知られ、触媒等の新材料として期待され、研究が盛んになっている。ナノサイズの金属の代表的な物に金属ナノボールがある。この金属ナノボールの製造法に液中グロー放電法が知られている。液中グロー放電法によるナノボール作製法はプラズマ放電時の電流集中現象を利用して負極材からナノ粒子を生成する方法であるが、気液混合層における放電プラズマという電子とイオンの相互作用が複雑に影響している現象のため、そのプラズマの発生メカニズムについては、未だ完全には解明されていない。

そこで本研究では液中プラズマ放電の発生メカニズムの解明を目的とし、高時間分解能での電流測定を行い、そのパワースペクトル解析により電流ノイズのパワースペクトル密度のべき乗則における印加電圧依存性を調査した。

2. 実験方法

図1は実験装置図である。実験では100×100×100mmの立方体型ビーカーに0.1mol/lの炭酸カリウム水溶液を入れ、陽極にPtメッシュ、陰極にSUS-316Lを用い、陰極をアルミナ板で被覆し板下部に円状の孔を開ける事で、開口部でのみ放電が起こる様にした。この実験装置に直流電源を用いて電圧を印加し、応答電流をオシロスコープを用い計測した。オシロスコープのサンプリング周波数は50kHz、印加電圧は10V刻みで0~140Vで測定を行った。以上の実験から得られた電流ノイズを8192点毎に分割し、パワースペクトル密度を算出、それらの値から最小二乗法によりパワースペクトル密度のべき乗数 α を決定した。

3. 結果

図2に得られたパワースペクトル密度のべき乗則例を示す。(a)は電圧50V、(b)は120Vを印加した際のものである。この図に示される様に、パワースペクトル密度の対数プロットは傾き α を持っており、図には示していないが、0~40Vの電気分解領域では α は0に近い値を取ることが判った。又、印加電圧を増加すると50~70Vの遷移領域付近で α は急激に減少し、さらに印加電圧を増加し、プラズマ領域となると、-2に近い値を取るという結果が得られた。

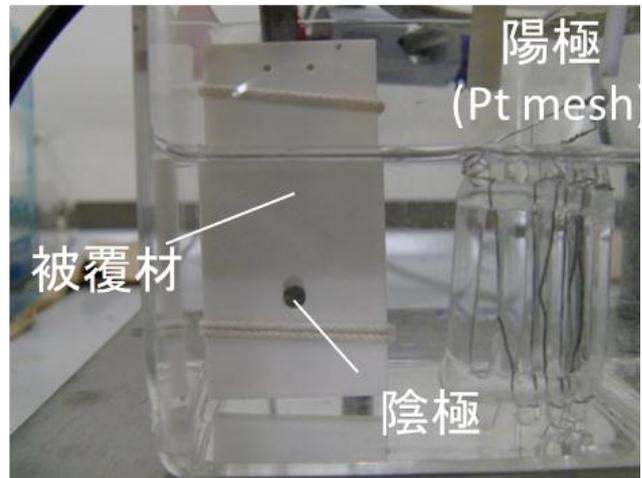


図1 実験装置図

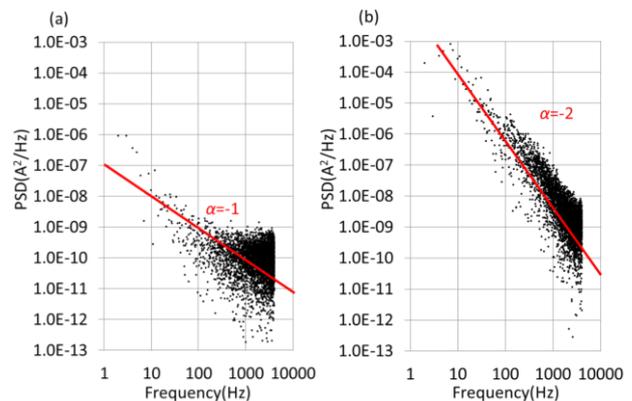


図2 (a)印加電圧50V、(b)印加電圧120Vでのパワースペクトル密度の対数プロット

4. 考察

以上の結果から、電気分解領域では、パワースペクトル密度の傾き α は小さく、溶液の抵抗が支配的であり、ホワイトノイズとなっていると考えられる。

又、プラズマ領域では、電流集中による放電が起きる事による、電流の急激な上昇と緩和が支配的であり、ローレンツ型ノイズになっていると考えられる。

一方、遷移領域では、 α が0と-2の中間の値を取っている事から、ホワイトノイズとローレンツ型ノイズの重ね合わせになっていると考えられる。