

真空中マイクロプラズマジェットによる窒素ガスの放電特性

1140168 森 洋介 (八田・古田研究室)

1. 背景と目的

青色 LED の開発で注目されている窒化物半導体は、バンドギャップが大きいワイドギャップ半導体であり、また化学的にも物理的にも丈夫であり高温、高圧でも利用できるデバイス材料である。マイクロプラズマジェットと呼ばれる、プラズマをマイクロスケールで局所的に照射することでマスク作業を省くことができ、他にも半導体の生成やエッチングなどのような加工が期待されている。窒化物半導体を生成する方法の一つに窒素ラジカルを用いられるので、マイクロプラズマジェットで窒素ラジカルを制御できるようにマイクロプラズマジェットで扱う放電の特性を調べることを目的とする。

2. 実験方法

走査型電子顕微鏡(SEM)の試料室(到達真空度 1.5×10^{-3} Pa)でマイクロプラズマジェットの放電特性を調べる。真空度を保つためターボ分子ポンプ(TMP)を取り付け、ガス導入は Mass Flow Controller(MFC)で制御しノズル先端のオリフィスからガスジェットを照射する。ノズルに電圧を印加し放電させる。測定装置を図 1 で表す。SEM を使うメリットの一つであるガスジェットの観察によりガスの圧力の分布を理解する。図 2 ではノズルの対極に針電極を使用し観察した。SEM(加速電圧 5kV 倍率 100 倍)の電子ビームで低下した放電開始電圧を窒素ガスの流量 (5sccm, 7.5sccm, 10sccm) と電極間距離 (50 μ m~300 μ m)を変えて測定した[図 3]。また針電極を穴電極(厚さ 0.3mm 穴の直径 100 μ m)に変えて放電時の流量 (5sccm, 7.5sccm, 10sccm)による電圧波形を測定した。

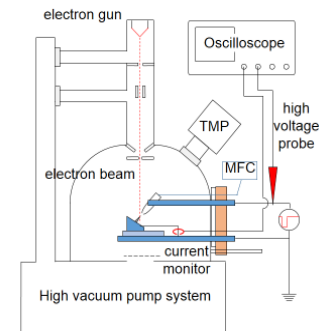


図 1 測定装置図

3. 結果と考察

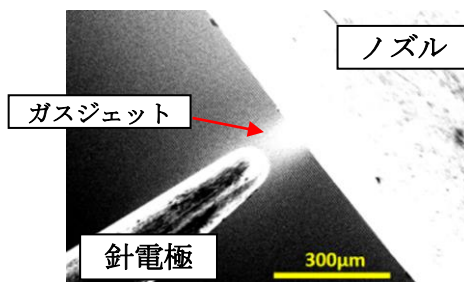


図 2 ガスジェットの SEM 画像

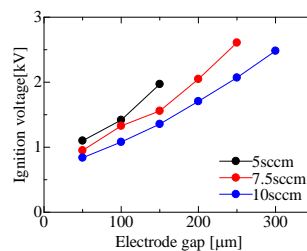


図 3 放電開始電圧

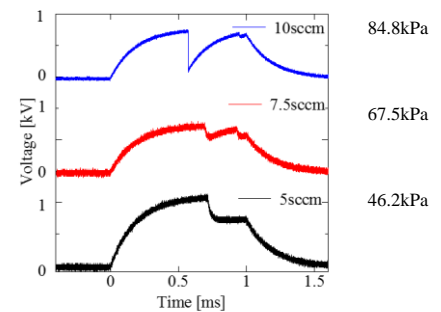


図 4 電圧波形

図 2 は窒素ガス流量 10sccm での SEM 画像である。図 3 では電極間距離を大きくすることで放電開始電圧が大きくなり、流量を大きくすることで放電開始電圧が小さくなることがわかった。パッシェンの法則により放電開始電圧は圧力と電極間距離に依存する。真空中マイクロプラズマジェットは電極間距離を大きくすることで圧力も変化するので電極間距離の依存性が高い。同じ電極間距離でも流量の違いから考察すると、電極間距離が大きいほど放電開始電圧の差が大きくなっている。図 4 では流量による圧力の変化で放電の種類に違いがあることがわかった。10sccm では電圧が 0V まで下がるアーク放電になり、5sccm では持続放電電圧まで下がり持続的に放電するグロー放電が起きている。窒素ラジカルを制御し応用するには 5sccm の放電のような持続的な放電を制御する必要がある。

4. まとめ

マイクロプラズマジェットを SEM 観察できた。流量を上げると放電開始電圧は下がり、電極間距離を大きくすると放電開始電圧は上がることがわかった。電極による圧力依存性、流量、電極間距離による放電開始電圧の依存性を明らかにした。電圧波形より 5sccm の流量で照射したガスジェットは持続的なグロー放電であることがわかった。