

真空中ガスジェットによる窒素ガスのマイクロホローカソード放電

1150090 田浪 莊汰（八田・古田研究室）

1.背景と目的

昨年、赤崎、天野、中村らがノーベル物理学賞を受賞した対象の窒化物半導体は、可視光から近紫外領域にわたるバンドギャップをカバーできるワイドギャップ半導体として注目されている。さらに、機械的にも堅牢であり、InGaN/AlGaN など窒化物半導体はヒ素などの有害物質を使用していないため環境への負荷が低いことも特徴がある。

本研究の目的は真空中マイクロプラズマジェットを用いて窒素ガスをホローカソード放電させた時、どのような放電特性があるかを調べることである。また、材料プロセスに応用しやすい安定したグロー放電の生成条件も調べる。

2.実験方法

走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope : SEM)の試料室でマイクロホローカソードの放電特性を調べる。試料室を 1.5×10^{-3} Pa 以下に保ちながら、マイクロジェットガスが噴出している様子の SEM 観察を可能にするため、差動排気のターボ分子ポンプとロータリポンプを取り付けた。窒素ガスをマスフローコントローラにより任意の流量に調整しノズルに供給した。ノズルに正のパルス電圧を印加し、放電させた。ステンレス製ホローカソード（厚さ 100~300 μm 、100~300 μm ϕ ）を使用し、放電開始電圧を電極間距離（50 μm ~300 μm ）及び窒素流量（5sccm、7.5sccm、10sccm）依存性を調べた。電極間距離 50 μm 、窒素ガスの流量（5sccm、7.5sccm、10sccm）の放電時の電圧波形を測定した。

3.結果と考察

オリフィス（30 μm ϕ ）から噴出しているガスがホローカソードの穴（厚さ 100 μm 、200 μm ϕ ）を通過していた。[図 1]。図 2 に示すように電極間距離が大きくなると放電開始電圧は高くなり、これはガスジェットの拡散による電極間圧力の変化が関係していると考えた。流量を大きくすると放電開始電圧は低くなった。流量を大きくすると電極間の圧力が上がると考えられるため、パッシェンの法則より本実験はパッシェンミニマムの左側で実験を行ったことがわかった。パッシェンミニマムより左側では電離衝突が少ないため、放電開始電圧にばらつきがあった。図 3 に示すように 10sccm、7.5sccm で起こりやすい放電では、放電後電圧が 0V まで瞬間的に下がった。この放電はアーク放電と考えられる。ガス流量 5sccm では放電中電圧は一定を保ち、この放電はグロー放電と考えられる。

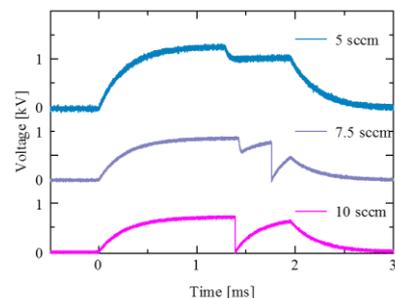
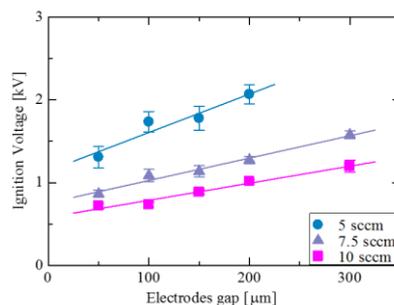
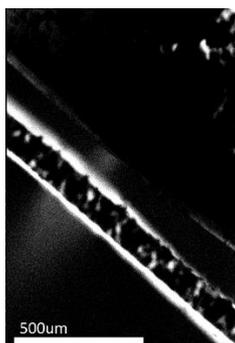


図 1 ガスジェットの SEM 画像 図 2 放電開始電圧

図 3 電圧波形

4.まとめ

SEM 中でガスジェットがホローカソードの穴を通り抜けている様子が確認できた。窒素ガスのマイクロホローカソード放電では、電極間距離を大きくすると放電開始電圧が高くなることがわかった。ガス流量を大きくした場合放電開始電圧が低くなった。このことから本実験はパッシェンミニマムより左側で行ったことがわかった。パッシェンミニマムよりは左側では電離衝突が少なく放電開始電圧にばらつきがあった。電圧波形の結果からは、流量が大きいと、アーク放電になりやすいが、流量が少ないと安定したグロー放電になりやすいことが得られた。