# 針対平板電極における高気圧非平衡 Ne プラズマのシミュレーション

## Simulation of non-equilibrium high pressure neon plasma

using by needle - plane electrode

# 首都大院理工, <sup>0</sup>元島 一樹, 白井 直機, 内田 諭, 杤久保 文嘉

## Tokyo Metro. Univ., <sup>°</sup>Kazuki. Motojima, Naoki Shirai, Satoshi Uchida, Fumiyoshi Tochikubo, E-mail:

## motojima-kazuki@ed.tmu.ac.jp

### 1.はじめに

大気圧近傍で生成される非平衡プラズマは、液体や生体 など多様な媒質に対して照射が可能であり、材料プロセス、 水処理技術や医療応用などの用途で近年注目を集めてい る。従ってその詳細な生成機構の解明は各用途における応 用を深める意味で重要である。高気圧下で非平衡プラズマ を生成する方法として、短ギャップの電極構造でナノ秒パ ルス電圧を印加するアプローチがある。富田らはこの方法 で高気圧下の非平衡 Ne プラズマに対してレーザトムソン 散乱法による電子密度と電子エネルギーの計測を行った [1]。しかしながら、局所的かつ極短時間で生成されるプ ラズマに対して詳細な時間発展を追う事は困難である。こ れを解決するため本研究では流体モデルを用いたシミュ レーションによって解析を行い、高気圧下の Ne プラズマ に対してナノ秒単位での詳細な時間発展を明らかにする。 ナノ秒パルス放電による高気圧 Ne プラズマは、電離が比 較的起こりやすいことから高プラズマ密度になりやすい のではないかと推測される。

#### 2. 解析手法

本モデルでは円筒座標系を採用しており、電極のギャッ プ長は 0.1 cm である。針陽極の境界上にパルス状に時間 変化する電圧を与え、生成されるプラズマの時間発展を追 う。放電ガスの圧力は大気圧としている。解析モデルの概 略図と印加する電圧波形を図1に示す。本解析では、電子、 イオンに対する密度連続式、電子エネルギーの保存式に加 えポアソンの式を解くことで、荷電粒子の密度、電界分布 などの計算をしている。

#### 3. 解析結果

図2に時刻20.6 ns, 32.7 nsにおける電子密度分布の時間 発展を示す。同様に、同時刻における電界強度分布の時間 発展を図3に示す。時刻13 nsに針陽極先端から成長し始 めたストリーマは、時刻20.6 nsにギャップ間の中央に到 達し、26.1 ns では平板陰極にストリーマ先端が達する。 その後、平板に沿って r 軸正方向へ向かって電極間を橋絡 している面が広がっていく。32.7 ns はギャップ間の中央 点における電子密度が最大値を示す時刻である。32.7 ns より後、電子密度はパルス電圧の降下に従って徐々に減少 していく。しかしながらパルス電圧が1Vを下回っても放 電路はその形状を維持しており、放電路の全域に渡って、 電子密度は10<sup>14</sup> オーダを維持している。本解析では100 ns までこの傾向を確認することができた。 本解析により、ストリーマの成長から電極間の橋絡、そ の後の放電路内の電子密度分布の詳細な増減が明らかに なった。



[1] K.Tomita et al., Applied Physics Express 7, 066101 (2014)