

# 3Dプリンターで作製した イオン風発生装置の基本特性

大分大 工\*、崇城大 工\*\* ○今川 航\*、甲斐雅崇\*、松成祥平\*、赤峰修一\*  
市來龍大\*、金澤誠司\*、金澤康次\*\*

\*大分県大分市大字旦野原 700 番地 \*\*熊本県熊本市池田 4 丁目 22 番 1 号

## Basic Characteristics of Ionic Wind Devices Prepared by a 3D Printer

○Wataru IMAGAWA\*, Masataka KAI\*, Shouhei MATSUNARI\*, Shuichi AKAMINE\*,

Ryuta ICHIKI\*, Seiji KANAZAWA\*, Koji KANAZAWA\*\*

\* Department of Electrical and Electronic Engineering, Oita University

\*\* Department of Aerospace Systems Engineering, Sojo University

The corona discharges are widely used in many industrial applications such as gas cleaning, particle precipitation, and gas flow control. Essentially, the corona discharge apparatus consists of the metallic electrodes and those supporting insulators. The insulating parts are usually made of plastic, ceramics or glass. Therefore there is a limit for the design and fabrication of the apparatus. We have introduced 3D printing technology into the development of non-thermal plasma reactors. In this study, ionic wind devices based on the dc corona discharge is studied. Except for the electrodes, the ionic wind devices were prepared by using a 3D printer. The electrode of corona discharge is a needle-to-mesh configuration. The performance of the ionic wind devices was evaluated with respect to the gas flow velocity and its spatial distribution. Moreover, we examined the effect of the array by the multi-devices. As the advantage of the array, it is possible to increase the ionic wind velocity and to control the air flow distribution widely.

### 1. はじめに

3D プリンターは新たな”ものづくり”における強力なツールとして注目されている。我々は放電プラズマの分野にいち早く 3D プリンターの技術を導入し、従来の素材では実現できなかった放電プラズマリアクタの開発を試みている<sup>(1)</sup>。利用目的によりさまざまな種類の放電プラズマリアクタがあるが、近年、放電によって発生するイオン風を利用した流体制御装置としてイオン風発生装置（プラズマアクチュエーター）が注目されている。イオン風発生装置

はほかの流体制御装置と比べ、低電力で動作可能であることや、可動部を必要としないので小型かつ軽量であることなど様々な利点がある。本研究では 3D プリンターの特徴を活用して、容易に電極間距離を調整できる機構の装荷や、同一の装置を複数製作してのアレイ化など、これまでの装置では実現することが難しかったものを作製し、流体の制御や局所冷却などの応用に向けて研究を行っている。今回はそのなかでコロナ放電タイプのイオン風発生装置について報告する。

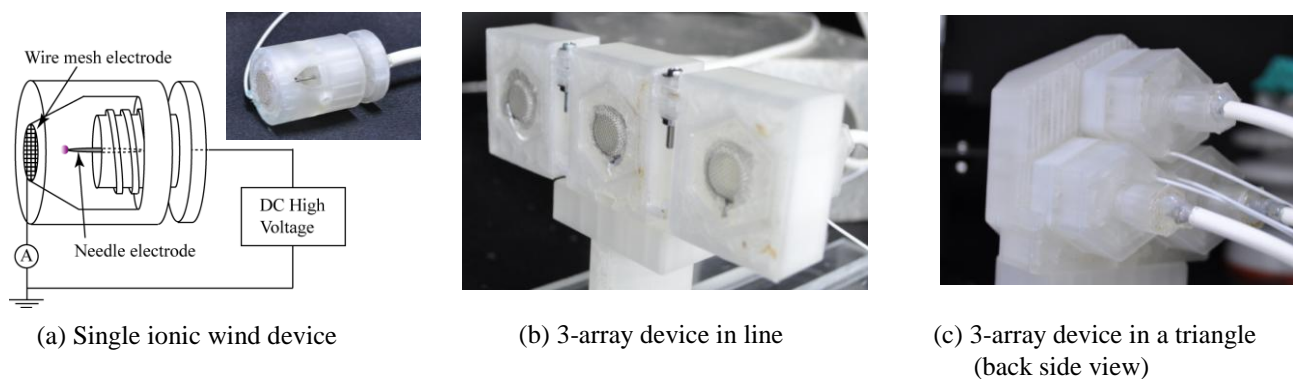


Fig.1 3D printed ionic wind devices.

## 2. 実験方法

Fig.1(a)に作製したイオン風発生装置の概略図を示す。作製したイオン風発生装置は電極を除いてすべて熱溶解積層方式の3Dプリンター(Mutoh Engineering, MF-1000)で作製した。使用材料はABS樹脂である。イオン風発生装置の構造は、針状金網電極からなる。針電極は先端曲率半径  $38\ \mu\text{m}$  のステンレス製の針を使用し、接地電極には30メッシュの金網を用いた。電源には直流高電圧電源(松定プレシジョン(株), HAR-50R6-LF)を使用した。風速計には熱式風速計(KANOMAX, 6501-A0)を用いた。また電極間距離は針電極側にネジ式の機構を導入することにより連続的に変化可能になっている。このイオン風発生装置を用いて電極間距離を変えて基本特性の測定を行った。次にこのイオン風発生装置を3個作製し、空間的に配列することでアレイ化による効果を調べた。Fig.1(b)は3個の装置を横一列に並べたものであり、Fig.1(c)は3個の装置を三角形に配置し、先端の内径が15mmのキャップを取り付けたものである。

## 3. 実験結果

Fig.2に単体のイオン風発生装置の電極間距離ごとの電流風速特性を示す。風速の測定はイオン風発生装置の中心軸上の出口から10mmのところで行った。全体的に電流値の上昇とともに風速も上昇していく傾向にあるが、電極間距離が10mm以下ときには風速が上昇した後、一度減少し、また上昇するといった特異な特性がみられた。

Fig.3に3個の装置を横一列に配列した場合の風速分布を示す。電極間距離は15mmで一定、風速の測定はイオン風発生装置の中心軸上の出口から60mmのところで行った。印加電圧は13kVである。風速分布からそれぞれの装置間で個体差があることがわかる。これは3Dプリンターの造形の精度の問題や、電極間距離のほんのわずかな違いや針電極の中心軸上からの傾きなどが影響したのではないかと考えられる。

Fig.4に単体の装置と3個の装置を三角形に配置して、先端の内径が15mmのキャップを取り付けて単一の装置と同じ風速分布が得られるようにしたものの電流風速特性を示す。印加電圧は単体の装置では13.8~19kV、アレイ化した装置では10.8~17kVである。グラフからイオン風の速度はコロナ電流の1/2乗に比例していることがわかる。3個の装置の特性が全く同じであれば、2つの直線は重なるはずであ

るが、個体差の影響でこのようなずれが生じた。しかし、アレイ化による利点として、同じ電圧で単体の場合より3個の装置では約3倍の電流値が得られるので風速を増加させることが可能である。

アレイ化によるその他の配置や、負極性直流高電圧を印加した場合については講演で報告する。

## 参考文献

- 1) S. Kanazawa, S. Akamine, R. Ichiki: ISEHD 2014, Book of Abstract, p.75 (2014).

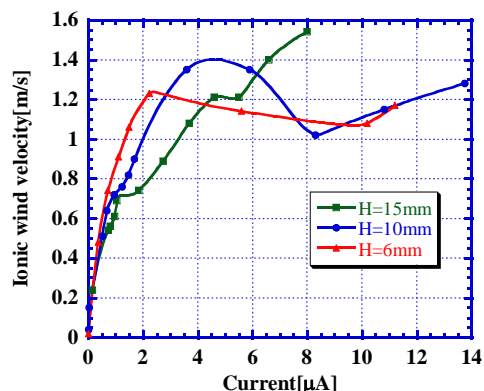


Fig.2 Current-ionic wind velocity characteristics for various gap distances.

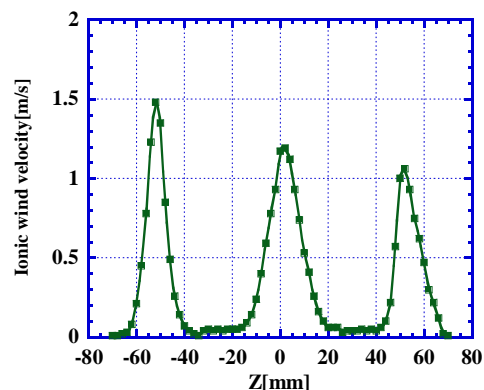


Fig.3 Ionic wind velocity distribution (3-array device in line).

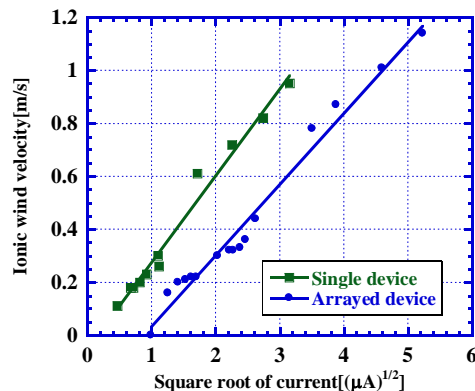


Fig.4 Comparison of ionic wind velocities between a single and 3-array devices.