

# 3D プリンターによる放電プラズマ リアクタの試作とその評価

大分大 工, ○衛藤 啓, 藤澤和哉, 赤峰修一, 市來龍大, 金澤誠司  
大分市旦野原 700 番地

## Preparation of Discharge-induced Plasma Reactor using a 3D Printer and its Evaluation

○Kei ETO, Kazuya FUJISAWA, Shuichi AKAMINE,  
Ryuta ICHIKI, Seiji KANAZAWA

Department of Electrical and Electronic Engineering, Oita University

Essentially, a non-thermal plasma reactor operated at atmospheric pressure consists of the electrodes (metals) and those supporting parts (insulators). The insulating parts are usually made of the glass, ceramics, or plastics. Therefore, there is a limit for the design and fabrication of the reactor. In this study, a new approach for the design and fabrication of non-thermal plasma reactors used at atmospheric pressure is presented. We created air-liquid interface discharge reactor using a 3D printer. And the performance of the reactor was evaluated by decolorization test of indigo carmine solution. As a results, the reactor prepared by a 3D printer could be decolorized the solution effectively. Furthermore, the reactor with the periodic deformed inner wall was improved the decolorization rate compared with the normal reactor. We confirmed that 3D printing technology offered a versatile, fast and cost-efficient reactor production processes for the development and evaluation of plasma reactors incorporated a new idea.

### 1. まえがき

これまで多くの研究者によってさまざまな大気圧放電プラズマリアクタの開発・研究が行われてきた。放電プラズマリアクタは、金属の電極部分と絶縁物の部品で構成されている。そのためリアクタ形状や構造は、材料の制限を受けてしまう。近年 3D プリンターの技術は工業やバイオなどの分野で幅広い関心を集めている。そこで、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[1]。

本研究では 3D プリンターを用いて同軸円筒型の気液界面放電リアクタを製作した。また 3D プリンターの立体物製作の特徴を活用して、従来では製作が困難な構造のリアクタも製作し、インジゴカルミンで着色した溶液の脱色試験によりその性能を評価したので報告する。

### 2. 実験装置および方法

本研究では 3D CAD ソフト (Robert McNeel & Associates, Rhinoceros Ver.5) と 3D プリンター (Mutoh Engineering, Value 3D MagiX MF-1000,) を用いて、気液界面放電リアクタを製作した。リアクタの材料には

ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) 樹脂を使用し、熱溶解積層法 (FDM) でリアクタを造形している。また積層ピッチは 0.1 mm とした。

Fig.1 に 3D プリンターによる気液界面放電発生装置の基本構造を示す。放電は同軸円筒型リアクタによるバリア放電(DBD)であり、放電部となる ABS 製円筒(外径 22 mm 内径 14mm 長さ 120 mm) の中心にネジ棒電極 (M4, 長さ 150 mm, ステンレス製) を配置し、パルス高電圧 (21 kV, 100 pps) を印加している。そして、メッシュ電極 (30 mesh, 長さ 65 mm, ステンレス製) をリアクタの外壁に配置し接地した。また、処理水はリアクタ上部に設けられたタンクに供給され、円筒リアクタの内壁面を膜上に通過し、下部のアクリルタンクで受け、ポンプ (200 mL/min) で再循環する。

Fig.2 に製作したリアクタの断面図を示す。(a)のリアクタの内壁は円筒型であり、(b)のリアクタの内壁には 4 重の螺旋状の凹凸が形成されている。この構造により、(a)のリアクタと比較して(b)のリアクタでは、内壁部の面積が約 250%増加している。

今回我々は(a)と(b)両方のリアクタでインジゴカルミン水溶液 (10 mg/L) の脱色を行い、610 nm の光の透過率で脱色率を評価した。

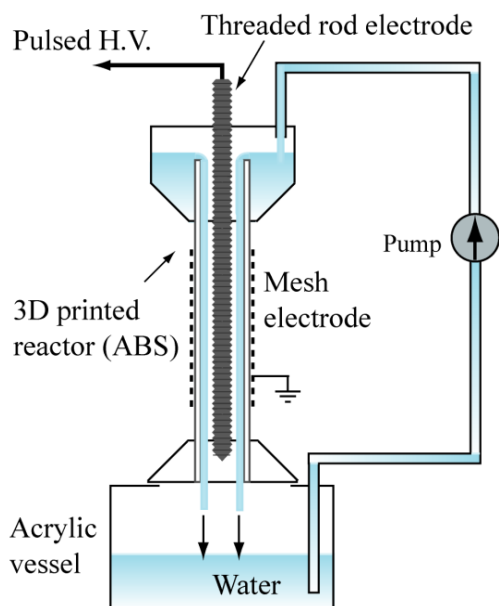


Fig.1 3D printing model reactor.  
(DBD plasma reactor with running water film)

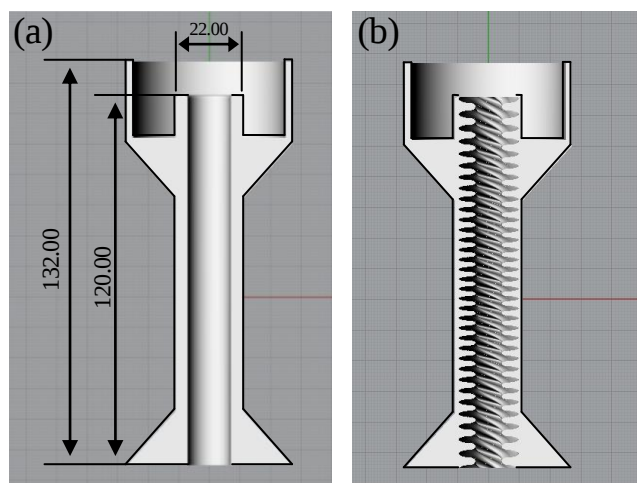


Fig.2 Cross sectional views of a) normal cylindrical reactor,  
b) new cylindrical reactor with periodic deformed inner wall.

### 3.実験結果

Fig.3 に 3D プリンターで製作した気液界面放電リアクタの放電写真を示す。気液界面放電では放電部を通過する流水膜がリアクタの冷却を担うため、ABS 樹脂でも放電の熱による劣化を受けなかった。また Fig.4 に Fig.2(a)と(b)のリアクタによるインジゴカルミンの脱色結果を示す。どちらも 3D プリンターで製作されたリアクタであるが、リアクタの内壁の構造により脱色率が大きく異なっている。そして、内壁の面積を増加させた(b)のリアクタでは、(a)の円筒型リアクタと比較して大幅に脱色時間が短縮された。

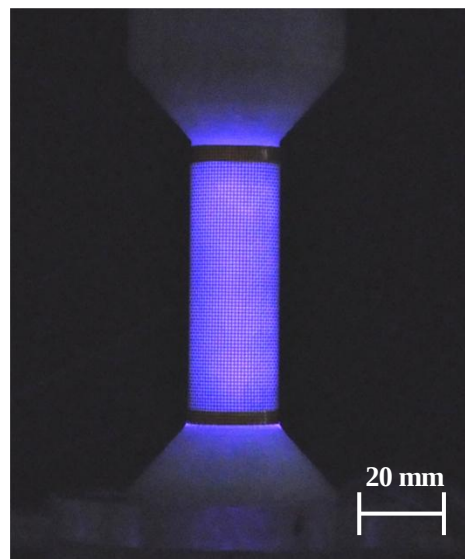


Fig.3 Discharge image captured by the digital camera.  
(21 kV, 100 pps, Exposure time 10 s)

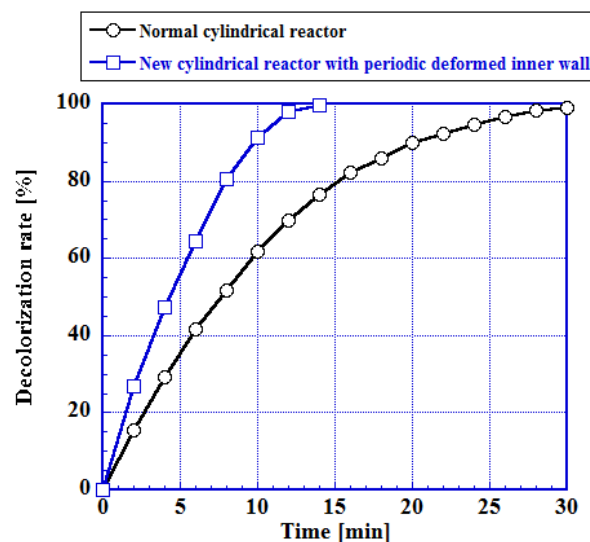


Fig.4 Decolorization rate of indigo carmine solution  
for two type of 3D printed reactors.

### 4.まとめ

3D プリンターを使用して放電プラズマリアクタの製作を行い、その有効性を実証した。また、材料の制限を受けずに自由な発想でリアクタを製作できた。その結果、従来では製作できなかったような構造によって、インジゴカルミンの脱色時間を大きく短縮することができた。

### 参考文献

- [1] S. Kanazawa, S. Akamine, R. Ichiki: ISEHD 2014, Book of Abstract, p75 (2014)