

# ポリ塩化ビニル(PVC)ゲルを用いた可変形マイクロレンズアレイの作製

## Fabrication of Deformable Micro Lens Array utilized poly(vinylchloride) gel

日東電工(株)<sup>1</sup>, 信州大繊維学部<sup>2</sup> °山田 泰美<sup>1</sup>, 江守 秀之<sup>1</sup>, 平井 利博<sup>2</sup>

Nitto Denko Corporation<sup>1</sup>, Shinshu Univ.<sup>2</sup>, °Yasumi Yamada<sup>1</sup>, Hideyuki Emori, Toshihiro Hirai<sup>2</sup>

E-mail: yasumi.yamada@nitto.com

### 1.はじめに

マイクロレンズアレイ(MLA)は主に集光・拡散をベースとした多くの機能を有しており、照明、イメージングデバイス、光通信、ライトフィールドカメラなど多くの用途に用いられる重要な光学部材となっている。近年では焦点可変など光学特性を on and off で制御できる機構を付与することで注目される光学部材となっている[1]。本研究ではソフトアクチュエータ材料として知られるポリ塩化ビニル(PVC)ゲルを用い、電氣的に制御できる簡易的な可変形機構を備えた可変形 MLA の形成について検討した。PVC ゲルは高い透明性を有し、かつ従来の誘電エラストマーとは異なる原理をもつアクチュエータ材料で大きい変形を実現することができる[2]。本発表ではPVCゲルの変形メカニズムと変形形状に対する光学特性について報告する。

### 2.実験

**PVC ゲル** : PVC (大洋塩ビ製)と可塑剤(dibutyladipate DBA など)を重量比 1:2(可塑剤比率 67wt%)~1:9(同 90wt%)で混合し、THF を溶媒とした溶液を各々キャストすることで透明な PVC ゲル(厚さ 300  $\mu\text{m}$ )を作製した。

**素子構成** : Fig.1 には本研究で用いた可変形 MLA の概念図を示した。上記 PVC ゲルを2枚の電極で挟んだ簡易的な構造である。陽極は格子状配列した直径 20~300 $\mu\text{m}$ の円状開口を形成した金属電極を、陰極には透明導電膜である ITO 薄膜ガラス基板を用いた。電極間には DC600V までの電圧を印加した。

### 3.結果と考察

#### PVC ゲルの光学特性

PVC ゲルは可塑剤比率によって異なるが、光線透過率 91~92%( $\lambda=550\text{nm}$ )、屈折率 1.44~1.49 ( $\lambda=589\text{nm}$ )と通常の白板ガラス基板(BK7)よりも高い透過率と低い屈折率を示し、光学部材として優れた光学特性を有していた。

#### 可変形 MLA の変形形状

Fig.2 には PVC ゲル(DBA 83 wt%)に印加電圧 0 V と 600V を印加した時の陽極開口表面(直径

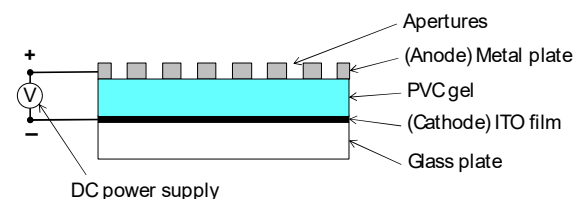
50 $\mu\text{m}$ )の光学顕微鏡像を示した。電圧を印加していない状態(0 V)では PVC ゲルは開口部の下にフラットな状態で位置しているが 600 V 印加することで開口部からレンズ状に突出することが確認された。この PVC ゲルは、印可電圧の増加にしたがい開口壁に沿うようにゲルが隆起し、それにしたがって開口内部のゲルも隆起し、最終的に中央部が突出した形状となる、という誘電エラストマーとは異なる特徴的な変形メカニズムを有する。そのため印加電圧により変形形状が異なり、低電圧では中央部が凹んだ凹レンズとして高電圧では凸レンズとして機能できることがわかった。このように簡易的な構造でありながら平面状態のゲルがレンズ形状へと変形できることがわかり、今後小型のアクティブ制御光学デバイスなどへの適用が期待される。

#### 参考文献

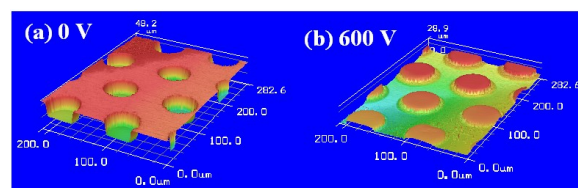
- [1] L.Wang, T.Hayakawa, and M.Ishikawa, *Opt.Express* **25**, 31708(2017)
- [2] M.Ali, T.Ueki, D.Tsurumi, and T.Hirai, *Langmuir* **27** 7902(2013)

#### 謝 辞

PVC を提供いただいた大洋塩ビ株式会社に感謝いたします。



**Fig.1** A schematic diagram of the varifocal MLA utilized PVC gel



**Fig.2** 3-D microscope images of the anode surface with the apertures (50  $\mu\text{m}\Phi$ ) at a voltage of (a) 0 V and (b) 600 V