

平井利博・荻原孝文・藤井勝哉・植木崇充・藤井敏弘・
濱田州博・高崎緑

目的別テーマ：繊維系材料によるバイオミメティクス機能開発

研究テーマ

15-3-1：環境応答性繊維系高分子を用いた高機能智能材料の開発研究

ABSTRACT

We investigated the influence of the chemical structures of the plasticizers on creep deformation of PVC gel and measured the focal length of the hemispherical PVC gel. The largest creep deformation was observed when dibutyl phthalate was used as the plasticizer. This result suggests the creep deformation was influenced by the chemical structure of the plasticizer, that is the length and the branch of side chain. The focal length was changed with applying electric field. The variation of the focal length was 0.1 mm in comparison to initial state. These results suggest that plasticized hemispherical PVC gel can be applied to the optical device such as the artificial pupil.

研究目的

繊維系の合成高分子や生体高分子材料は程度の差はあっても、環境変化に应答して物理的あるいは化学的な変化を示す。この应答は、複雑な構造的階層性を背景とする複数のパラメータに由来するため、曖昧性を持つが、高度に知的でもある。本研究は、こうした視点から材料の環境应答をバイオミメティック知的機能材料として捉え、新規コンセプトの繊維系材料デバイス開発を目的としている。

一年間の研究内容と成果

ポリ塩化ビニル(PVC)のアメーバ様クリープ変形を利用した駆動素子の開発を(1)クリープ変形に及ぼす可塑剤構造の検討、(2)具体的な光学デバイスとしての機能の検討の二つの視点から行った。

(1) クリープ変形に及ぼす可塑剤構造および種類の検討：PVCの可塑剤としては一般的にフタル酸エステル系の可塑剤が使用される。そこで、フタル酸エステル系可塑剤の構造の違いがアメーバ様クリープ変形に及ぼす影響を検討した。Fig. 1に各可塑剤が変位量及ぼす影響を示す。その結果、クリープ変形にはフタル酸ジブチル(DBP)が最も有効であることを確認し、500Vの電圧印可で0.5mmの変位量を得た。これより、アメーバ様クリープ変形はフタル酸エステル系可塑剤の構造(側鎖の炭素数や分岐構造)により影響されることが明らかとなった。

(2) 具体的な光学デバイスとしての機能の検討：Fig. 2のような基盤に膜厚および組成が異なるゲルをはめ込み、電圧を印可した際のアメーバ様クリープ変形(Fig. 3)について考察を行った。その結果、膜厚350-450μm、組成PVC:DOP=10:90のゲルで最も

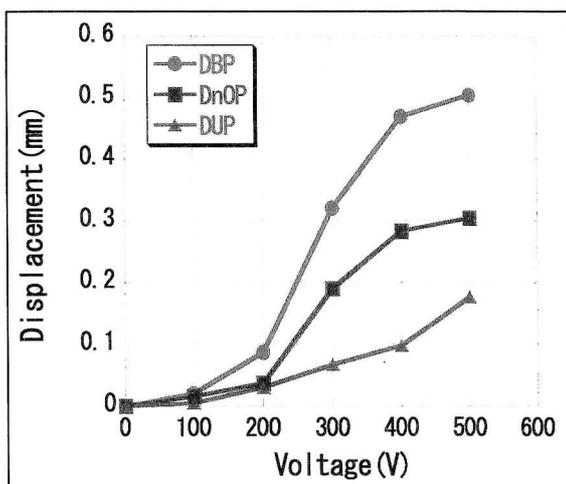


Fig. 1 Effect of plasticizer on displacement of creep deformation of PVC gel.

大きい変位量を示すことが明らかとなった。

また、ゲルに曲率を持たせゲルレンズを作製した。このゲルレンズを通して像を観察し、電圧印可による像と焦点距離の変化を測定した。その結果、作製したゲルレンズは電圧印可により曲率が変化することを確認した(Fig. 4)。

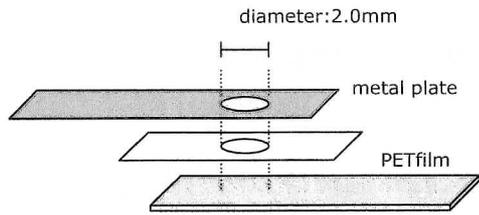


Fig. 2 Schematic illustration of sample holder.

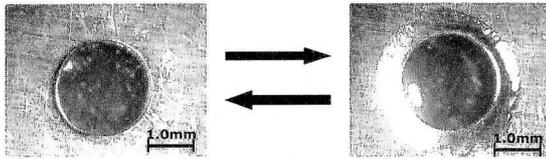


Fig. 3 Picture of creep deformation.

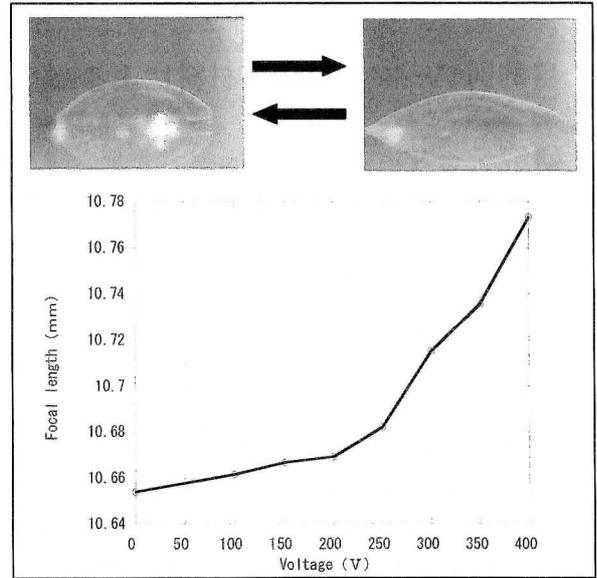


Fig. 4 Change of surface curvature of gel lens and relationship between applied voltage and focal length.

展望

本研究から、PVC ゲルのアメーバ様クリープ変形は可塑性構造およびゲル形状により影響を受けることが明らかとなった。また、実用的な円盤状ゲルは電場強度での大変形が可能であり、電場駆動型の人工瞳（レンズ）としての実現可能性が示された。今後、より正確な焦点距離の制御や駆動機構の解析等を行い、デバイスとしての具体化を行う。