

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メテックス機能開発

17 年度研究テーマ

15-3-1：環境応答性繊維系高分子を用いた高機能知能材料の開発研究

ABSTRACT

The influence of the chemical structure of the plasticizer on the ameba-like creeping deformation of PVC gel was investigated. The largest creeping deformation was observed when dibutyl phthalate (DBP) was used as the plasticizer. It was suggested that the creeping deformation was influenced by the chemical structure of the side chain within the plasticizer such as length and branches. Furthermore, we also investigated the efficacy of plasticized PVC gel in the optical device. Plasticized PVC gel can be used as the optical device such as an artificial pupil because its creeping deformation was a considerably fast and did not change the high clarity.

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 responding して物理的、化学的な変化を示す。この応答は、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。こうした視点から材料の環境応答をバイオメテックス知的機能材料として捉えるというコンセプトを提案するものである。新規コンセプトの繊維系材料デバイス開発を目的とする。

一年間の研究内容と成果

アメーバ様のクリープ変形を利用した駆動素子の開発は二つの視点から実施した。一つは、クリープ変形に及ぼす可塑剤の構造の検討、二つ目は、具体的な光学デバイスとしての機能の検討である。以下にそれぞれについて概要を紹介する。

(1) 分子量がほぼ同じ各種構造の可塑剤についてアメーバ様のクリープ変形を検討し、クリープ変形には DBP が最も有効であることを確認した。Fig. 1 に各可塑剤が変位量に及ぼす影響を示す。DBP、DnOP が大きな変位量を示した。DBP、DnOP、DUP の比較を行うとエステル基の直鎖が長くなるにつれ変位量は小さくなった。DINP と DIDP と比較をしても同様な結果であった。これよりエステル基が短いほど電場の影響を受けやすいと考えられる。次に、DnOP、DINP の比較すると直鎖 C=8 で同じであるが、DINP の方が変位量は小さかった。DINP はエステル基部の末端基が分岐し、この分岐したメチル基が変位量を抑制していると考えられる。直鎖 C=8 の DINP と直鎖 C=6 の DOP の比較では DOP は直鎖が短いにもかかわらず、変位量は DINP より小さかった。非極性部の枝分かれしたエチル基が変位の抑制に大きく影響として考えられる。したがって、エステル基部の側鎖が存在することで変位量を抑制する働きがあり直鎖の長さによる影響より側鎖の効果が変位量に大きく影響しているのではないかと考えられ、変位量はほとんど可塑剤の分子量に依存しなかった。

(2) 正極：直径 2.0mm の円を開けたリン青銅（厚さ

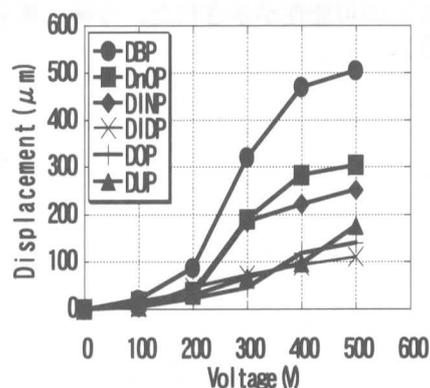


Fig. 1 The relationship between the plasticizer and displacement.

0.2mm), 負極: ITO ガラス, 絶縁体: 50 μ m ポリエチレンテレフタレート(PET) フィルムを使用し, Fig. 2 のような基盤を作製した。この基盤に様々な膜厚や濃度のゲルをはめ込み, 電圧を印加した際のゲルのクリープ変形は顕微鏡付 CCD カメラで捕捉し, これに画像解析を行った。ゲルの円形クリープ変形を Fig. 3 に示した。またゲルの膜厚とクリープ変位量の関係を Fig. 4 に示した。ゲルが基盤から若干突き出る厚さである 350~450 μ m のゲルで大きい変位量を示した。可塑剤の濃度が高くなるにつれ, 変位量も大きくなった。これは可塑剤の量が増えるにつれてゲルが柔軟になり, ポリマー鎖を牽引するキャリアとなる可塑剤の量が増えたためと推測される。n=3700 の PVC を用いたゲルは, n=1100 のものに比べ硬いため, より多くの可塑剤を含むことができる。しかし透明性が低いのでレンズには不適切であるが, 強度が大きいという利点がある。よってレンズへの応用には透明であり変位が大きい PVC(n=1100):DBP=10:90w% のゲル, ゲル全体の駆動(ベンディング駆動など)への応用には強度・変位が優れた PVC(n=3700):DBP=10:130w% のゲルが適していると考えられる。

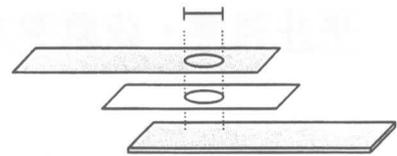


Fig. 2 Schematic diagram of a sample holder.

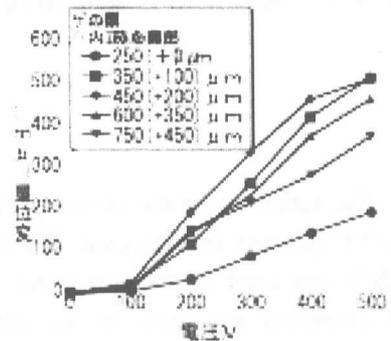


Fig. 4 The relationship between the creeping distance and the gel thickness.

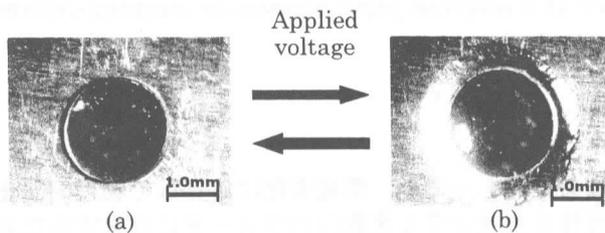


Fig. 3 The picture of circular creeping deformation. (a): Before and after voltage application. (b): During voltage application.

展望

本研究で, 円盤状のゲルの実用的な電場強度での大変形が可能となり, 電場駆動型の人工瞳(レンズ)の可能性が示された。今後, 焦点距離の制御を確認しデバイスとしての具体化へ向けた検討を行う。