

# 電氣的的に2ジオプター変化する 液晶コンタクトレンズ

焦点を電氣的に変化させることができる液晶 (LC) 眼鏡の一部はすでに市場に出回っているが、多くのタイプはまだ開発中である。そして、視力矯正に向けたLC技術進歩の次のステップは、可変焦点のLCコンタクトレンズを作製することである。課題は、無線による電力供給や、眼球の表面に置かれたレンズの制御だけではない。イメージを高品質に維持し、印加電圧を妥当なレベルにまで下げながら、どのようにして効率よく焦点を変化させるかという問題がある。

バンラダシユのダッカ大 (University of Dhaka)、英マンチェスター大 (University of Manchester)、英リーズ大 (University of Leeds) の研究者らは、ホメオトロピック垂直配向であるLC配置としたLCコンタクトレンズの開発に

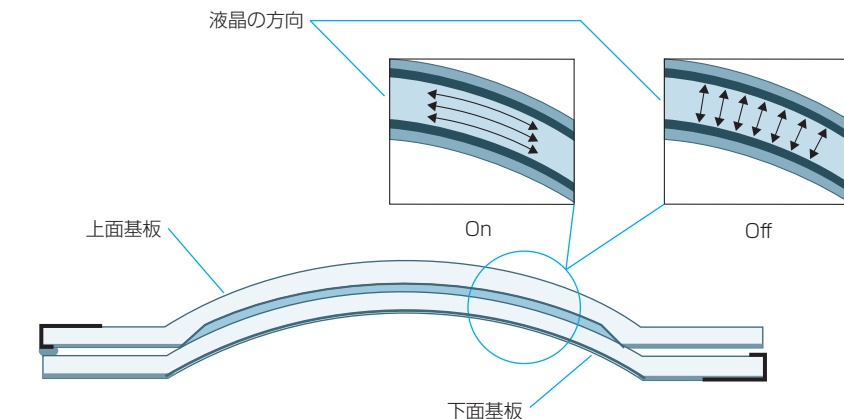


図1 可変焦点液晶(LC)コンタクトレンズは、メニスカスLCレンズとするために、LCを挟む2種類のPMMA基板から構成される。印加電圧を変えることで、LCの方向が変化する。

取り組んでいる。この配置は、シンプルな構造と低い印加電圧で、高い光学品質を作り出す。

コンタクトレンズの場合には屈折率がLC素材が2枚のプラスチックの間にあるLCデバイスは、通常、光学パラメー

タを変化させるとき、電氣的に切り替えるLC素材の指向性に依存する。そのため、LC素材はガラスの片面もしくは両面に配置されなければならない。そこで、通常は、プラスチックに微細な溝を作るために、デバイスの組み立

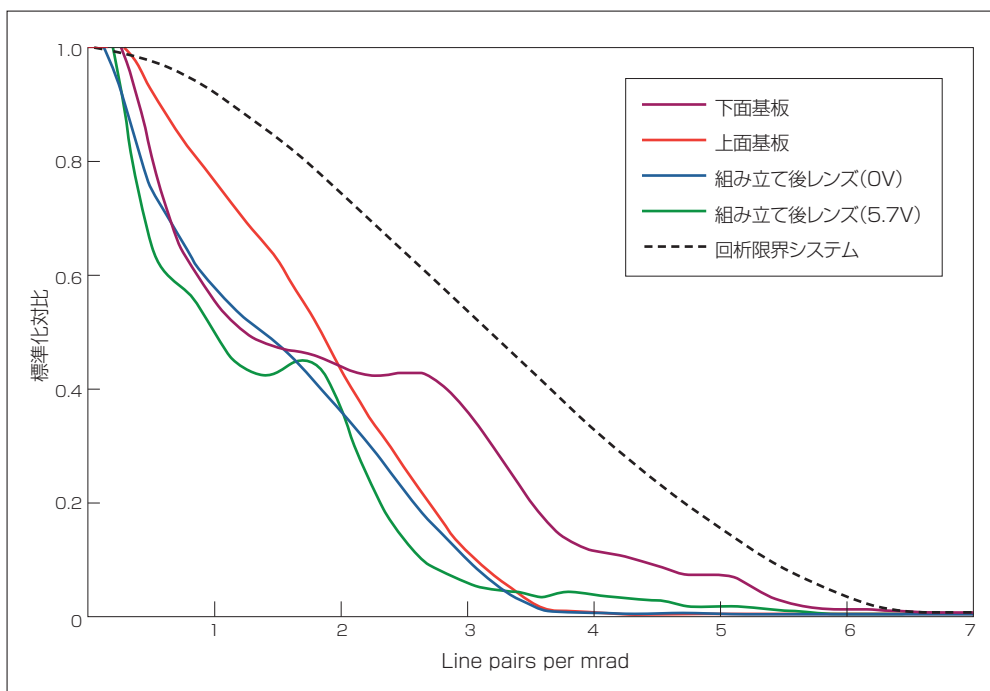


図2 LCコンタクトレンズの変調伝達関数 (MTF) は、0 Vと5.7 Vで計測した。2つの基板と回析限界システムのMTFも示した。Vは二重平均平方根 (RMS) 印加電圧。

# レーザー オプティクス

1,675品目の  
ハイパワーレーザー用  
オプティクス、只今在庫販売中！



設計波長は  
193 nm ~ 10.6 μm まで

光学アセンブリ



レーザーミラー



レーザー用レンズ



ご注文は今すぐ！



INTERNATIONAL  
YEAR OF LIGHT  
2015

more optics | more technology | more service

**Edmund**  
optics | japan

エドモンド・オプティクス・ジャパン株式会社  
〒112-0001 東京都文京区白山5-36-9 白山麻の実ビル  
TEL: 03-5800-4751 FAX: 03-5800-4733 | [www.edmundoptics.jp](http://www.edmundoptics.jp)

[www.edmundoptics.jp/laser-optics](http://www.edmundoptics.jp/laser-optics)

て前に布でプラスチックを磨く。ヘテロトロピック配向LCデバイスでは両面をラビングする必要があるが、ホメオトロピック配向LCデバイスは片面を研磨するだけで済む。

ホメオトロピック配置には2つの利点がある。ひとつは、内部LC層を保持するコンタクトレンズには、凸面と凹面という2つの構成要素があることだ。凹面側は真っ直ぐにできる一方で、凸面を均一に研磨することはさらに難しい。結果的に、片面(凹面)だけの研磨で済むホメオトロピック配向を製造者は選ぶ。もうひとつの利点は、ホメオトロピック配向であれば、2種類の構成要素による、その後の相対的回転アライメントが不要となることである。

## 2つのタイプのポリイミド被覆

新しいコンタクトレンズでは、2つの光学的構成要素はPMMAからできている。PMMAは、しばしばコンタクトレンズに使われる素材で、PMMAに挟まれたLCは負メニスカスレンズを形成する(図1)。凹面の外層表面の曲率半径は、ヒトの平均的な角膜と同じ7.8mmである。研究者らは、高い複屈性(高い焦点変化能をもつ)と、高い誘電異方性(要求電圧を低くできる)という理由で、MLC-2081とよばれるネマティックLC素材を選び出している。

レンズのデザインを見ると、印加電圧の機能に応じてLCの屈折率を変化させる。これにより、デバイスの全体の屈折力を連続的に変化させることができる。その値は、2Vから7Vの範囲で+0.25から-1.75ジオプターである。

このデバイスを作製するためには、PMMA基板を削るために旋盤で回転さ

せる。そして、電極を形成させるために、内側表面を透明伝導体であるインジウムスズ酸化物(ITO)で被覆させる。さらに、ITO層の上にポリイミドで被覆させる。凹面の表面は、アライメント溝を作るための研磨をサポートするポリイミドというタイプになる。一方、凸面の表面は、それ自身はLC素材を配列させない、別のタイプのポリイミドになる(別の表面が任意のアライメントを可能とさせるためである)。基板を60℃で2時間焼成した後、必要とするアライメント表面を作るために、ピロード製のボールを用いて、凹面の基板を一定方向に研磨する。

研究者らは、LC層に交流電圧をかけた状態で偏光顕微鏡下でレンズ部品を見ることで、コンタクトレンズにおけるLCアライメント品質を定性的に評価した。加えて、拡張レーザービーム、偏光板、CCDビームプロファイラによる589nm波長の光を使い、レンズの屈折力、解像力を定量的に測定した。レンズの点広がり関数(PSF)を測定し、その結果から変調伝達関数(MTF)を算出した。

その結果、二重平均平方根(RMS)電圧が0V、5.7Vのとき、それぞれのMTF50の値は1.39line pairs/mrad、1.00line pairs/mradであった(図2)。基板自体の上面と下面のMTF50は、それぞれ1.84line pairs/mrad、1.25line pairs/mradであった。比較として、回析限界システムのMTF50は3.17line pairs/mradであった。研究者らは、LCレンズでは多くのアライメントが可能であり、老眼といった、異なる目の問題がある場合でも矯正できると指摘する。

(John Wallace)

## 参考文献

(1) I. M. Syed et al., Opt. Express; doi:10.1364/OE.23.009911 (Apr. 9, 2015).

LEWJ