

公益財団法人 JKA 平成 29 年度 公設工業試験研究所等における共同研究補助事業

事業項目名：

分光エリプソメーターによるカラーマイクロレンズの開発と複眼カメラへの応用

共同研究者：

大阪大学大学院 情報科学研究科 谷田純 教授

(1) 背景と目的

マイクロレンズは、近年、小型および高機能のカメラを実現する光学素子として注目されています。本研究所では、オンチップ向けのカラーマイクロレンズを電着で作製する新規プロセスの開発に取り組んできました。電着マイクロレンズのプロセス開発では、集光および波長選択用途に注力して進めてきた経緯があり、結像性能評価が十分ではなく、応用分野が限定されていました。そこで、本事業では、電着マイクロレンズの新たな応用分野を創出することを目的に、電着膜の光学特性評価、結像用電着マイクロレンズのプロセスの確立および電着マイクロレンズを用いたカメラの開発に取り組みました。

本共同研究における電着膜の光学特性評価は、平成 29 年度 JKA 補助事業により本研究所に導入された分光エリプソメーター(J.A.Woollam 社製 M-2000UI)を活用しました。

(2) 実施内容

本事業では、電着マイクロレンズの応用先を、複眼カメラ TOMBO(Thin Observation Module by Bound Optics)のレンズに定め、設計、試作および評価を行いました。複眼カメラ TOMBO は、大阪大学大学院の谷田純教授が提案したライトフィールドカメラの一種で、マイクロレンズをアレイ状に配置して使用します。電着マイクロレンズが、複眼カメラのレンズとして利用できるように、複眼レンズの設計および評価について、谷田純教授から助言を受けました。

カメラの設計にはレンズの焦点距離の値が不可欠で、レンズの形状と材質の屈折率から算出できます。屈折率は、分光エリプソメーターを用いた電着膜の測定および解析により求めました。図 1 に解析結果を示します。顔料を含まない電着膜の屈折率は、可視光領域でほとんど変化がありません。顔料を含む電着膜の屈折率は、吸収波長領域で大きく変化していますが、透過波長領域(青色：450-495 nm、赤色：620-750 nm)では、急な変化はありません。現状の電着マイクロレンズの作製プロセスを考慮すると、色の違いによる差を設計に反映する必要がないことが分かりました。

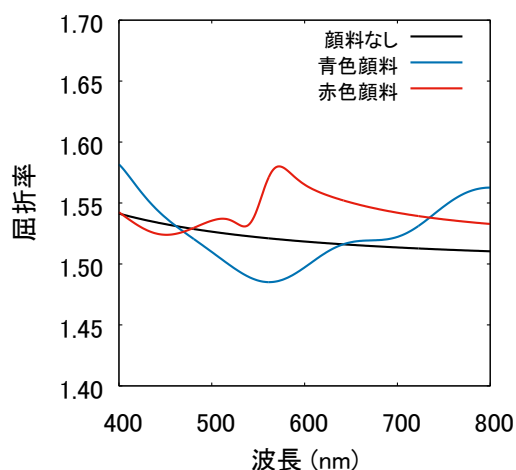


図 1 電着膜の屈折率

カラーマイクロレンズの作製プロセスにおける課題は、レンズ形状にあります。従来の集光用途に比べてレンズ形状が特性に与える影響は大きく、像の歪やぼけの原因になります。一般的なフォトリソグラフィと同様にパターンニングには、アルカリ現像液を用いるため、複数の電着マイクロレンズを作製する場合、成膜、パターンニングを繰り返す工程上、現像液が直前に作製したレンズに影響を与えない工夫が必要になります。本事業では、熱処理温度の最適化と電着膜の保護により、良好なカラーマイクロレンズを作製することができました。図2にカラーマイクロレンズの顕微鏡像とネガパターンを通した透過照明の結像を示します。赤、緑、青の各色のカラーマイクロレンズが同一基板上に混色なく、作製されていることが分かります。また、白色の透過照明に対してネガパターンを通した結果、カラーマイクロレンズは結像だけでなく、カラーフィルタとしても機能していることが確認できました。

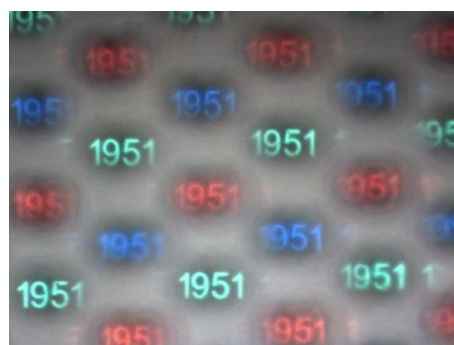


図2 カラーマイクロレンズの顕微鏡像(上)と透過パターンの結像(下)

以上のことから、電着マイクロレンズが複眼カメラの結像レンズとして十分に利用可能なことが分かりました。今後は、複眼カメラにより適した構造の電着マイクロレンズを作製し、信号処理も含めたイメージングデバイスの実現を目指します。

なお、本事業の成果の一部について、ORIST 技術シーズ・成果発表会で発表しました(題目: ポリマー電着法を用いたカラーマイクロレンズアレイの作製と応用)。