

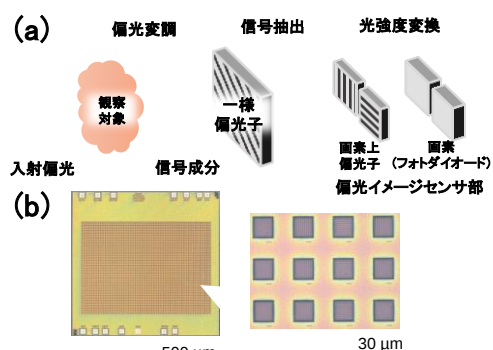
従来の検出限界を超える偏光イメージングシステムを開発

生体分野などでは、透明な組織を観察する際に、染色などを施すことなく観察する手法として、生体の内部応力や分子の配向を複屈折として可視化する手法がある。しかしながら、従来の複屈折顕微鏡は、機械的な機構や液晶により偏光状態を変化させ、撮像するが必要があり、非常に大型かつ高速撮像に向かない。また、この複屈折計測を一次電気光学効果に基づく電界イメージングへ応用することが考えられる。この電界イメージングでは、ミリ波などの電界強度と位相分布の高速撮像が可能であり、これを用いて、ミリ波～サブミリ波をがん診断に応用する手法に応用することで、痛みを伴わず、精度の高い病理診断が期待される。

研究内容

二重偏光子構造に基づく微弱偏光検出技術

一般的な偏光イメージセンサを用いた手法では、イメージセンサ画素は非常に小型のため、画素飽和しやすく、観察対象に大きな入射光量を照射することができない。そのため、偏光変化に対する感度は非常に低いという問題があった。それに対して、独自の偏光イメージセンサの直上に一様偏光子を組み合わせた二重偏光子構造を提案してきた。この二重偏光子構造では、入射偏光に対して非透過方向に設置された一様偏光子によって、偏光変化した成分のみを偏光イメージセンサで検出することで、検出光の変調度増大と強度の低減を可能とし、偏光変化に対する感度を飛躍的に改善することが可能となる。



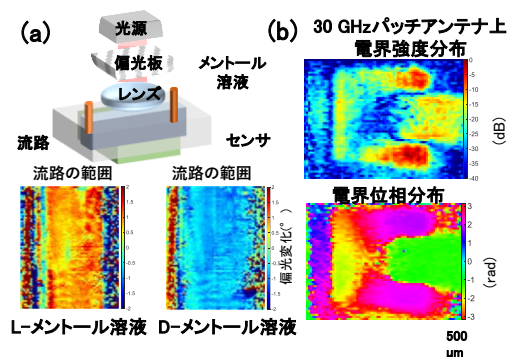
(a) 微弱偏光検出手法の概要
(b) 作製した偏光イメージセンサ

成果

最大感度 $4.6 \times 10^{-4}^\circ$ の偏光検出を実現

二重偏光子構造に基づく微弱偏光イメージングシステムを用いることで、 $\pm 0.3^\circ$ の範囲において、最大感度 $4.6 \times 10^{-4}^\circ$ の微弱な偏光変化検出性能を実証した。この値は、市販されている旋光度計に比べて感度が非常に高く、時間分解能・空間分解能ともに優れている。

この微弱偏光イメージングシステムを用いることで、流路内の光学異性体の検出や、電気光学結晶と組合わせた電界イメージングを実証した。流路内の光学異性体検出では、L-メントールとD-メントールの識別および濃度による違いの検出を実証し、電界イメージングでは、100 GHz帯までの電界強度と位相分布の高速撮像を実現している。



(a) 流路内の光学異性体の検出
(b) ミリ波の電界強度・位相分布の可視化

未来像

- 細胞培養容器内でも利用可能な小型なサイズかつ高感度な複屈折顕微鏡を構築
- 高感度なサブミリ波電界イメージングシステムを構築し、がん診断に応用

Keywords

複屈折顕微鏡, 偏光イメージング, 光学異性体, 電界イメージング, がん診断

担当者：岡田竜馬

連絡先：メディルクス研究センター

medilux@ml.naist.ac.jp