

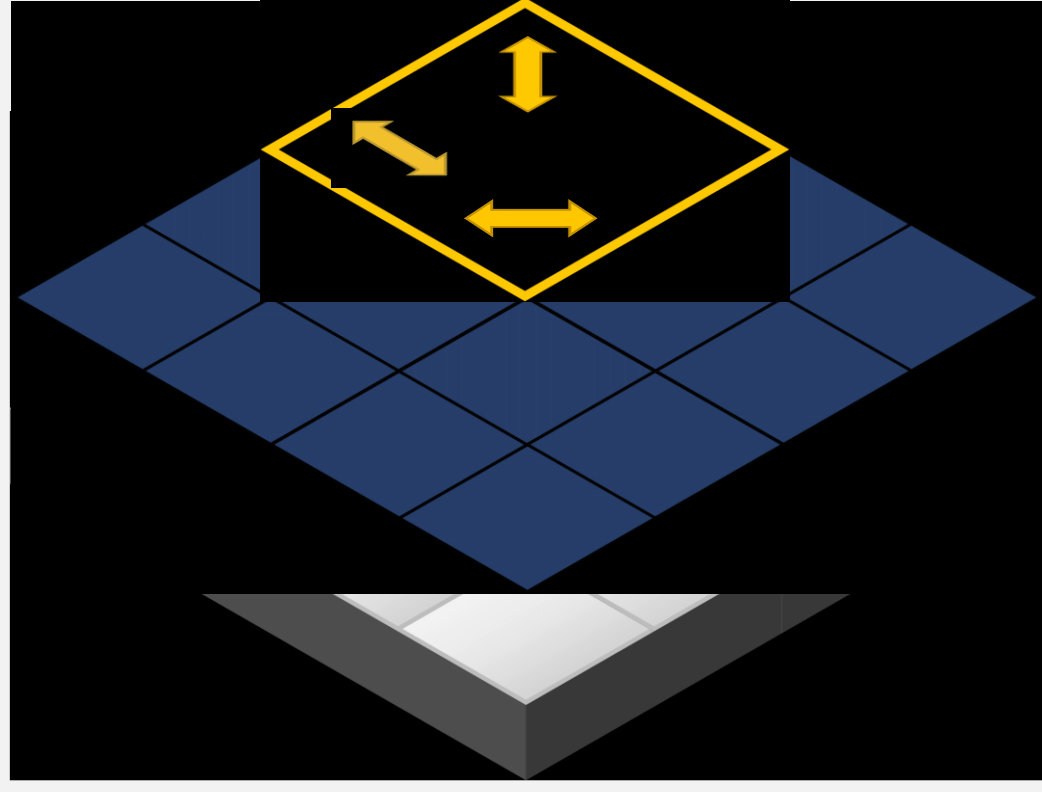
イメージセンサで微弱偏光変化分布を撮像する

奈良先端大物質 ○笹川 清隆, E-mail: sasagawa@ms.naist.jp



偏光イメージセンサ:

- ・個々の画素の上に偏光子を搭載
- ・偏光分布の情報を一括して取得



通常のカメラでは見えない「偏光」を撮像

表面法線方向検出、反射除去

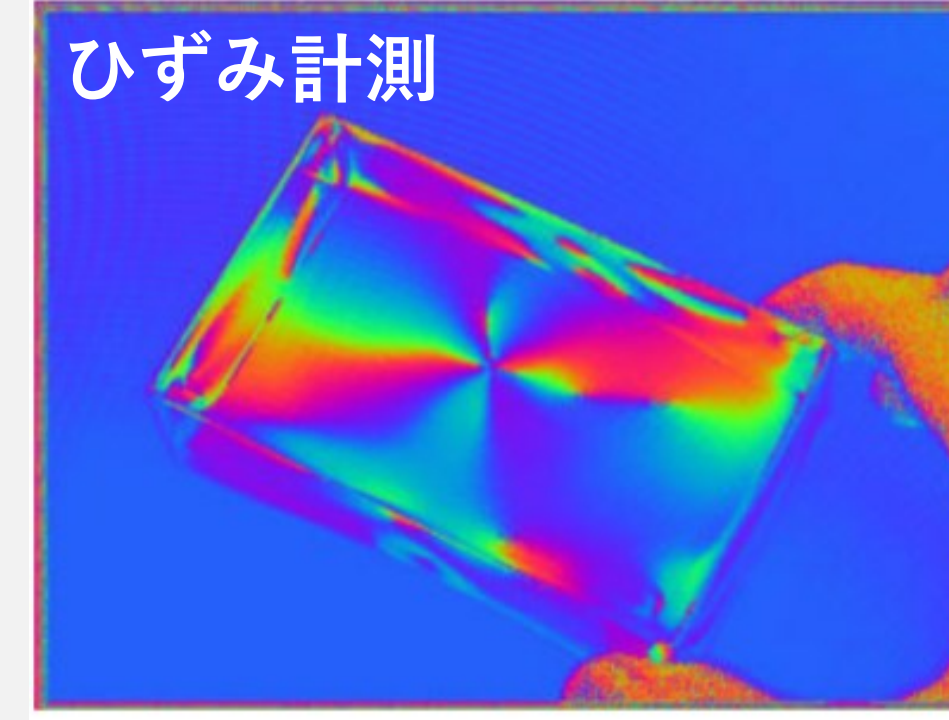
反射光の偏光方向で物体の反射面を検出

ひずみ計測

応力による偏光度の違いを検出



表面法線方向検出



ひずみ計測

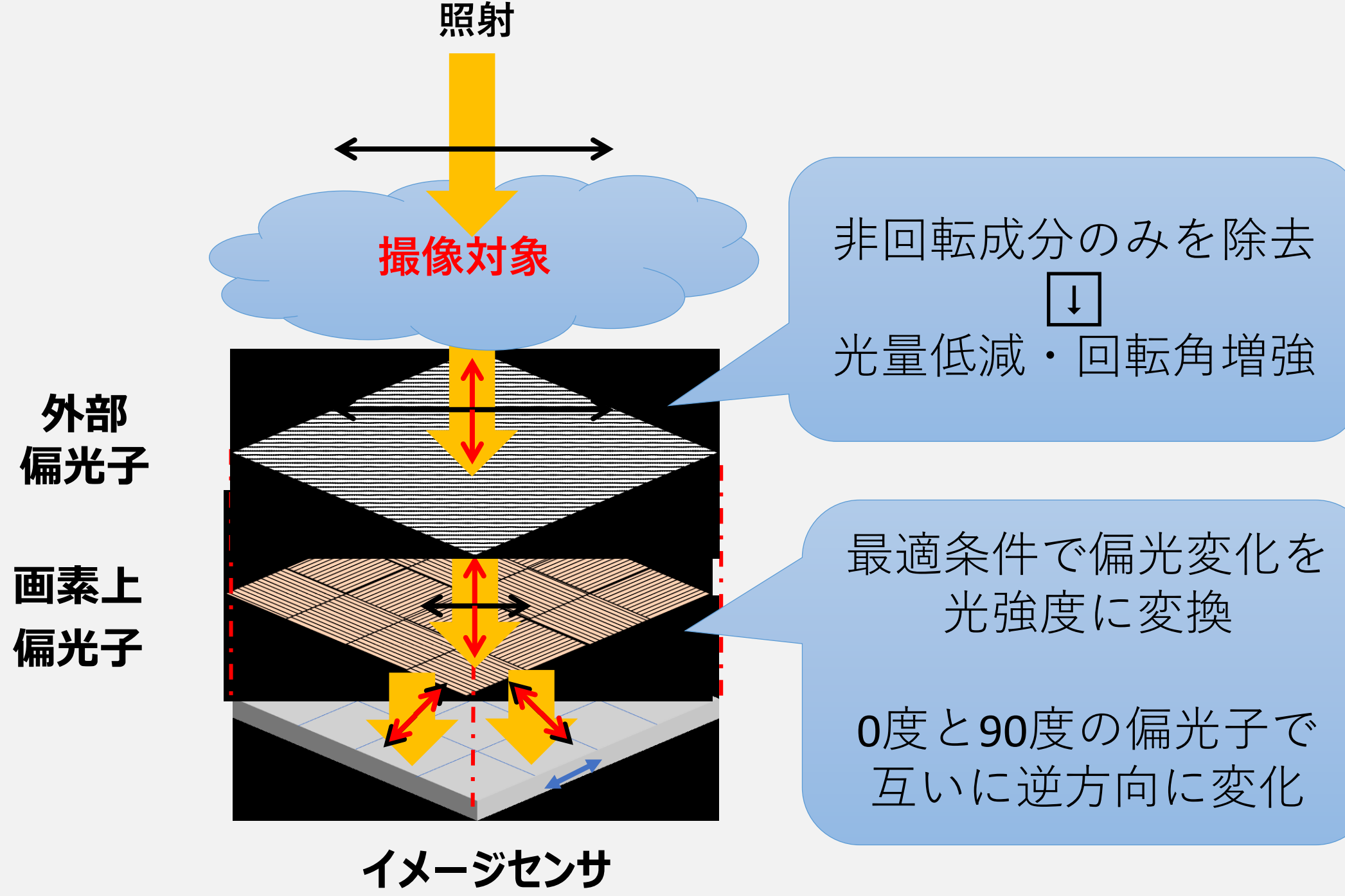
反射除去



川上彰二郎, 電子情報通信学会論文誌, J90-C, 17-24 (2007).

得られた画像において各点の偏光方向が0~180度のどの角度かを検出

直線偏光照射



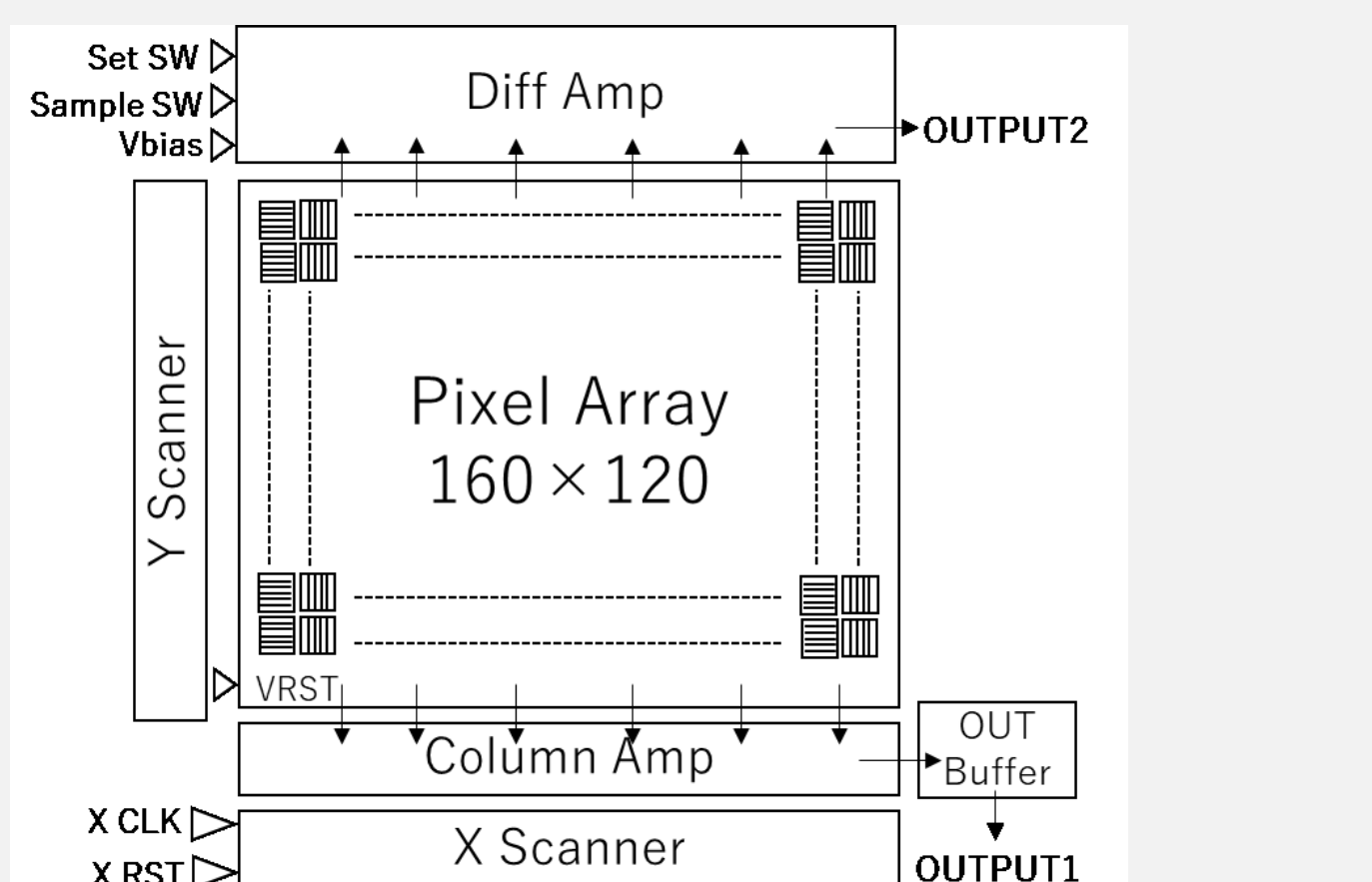
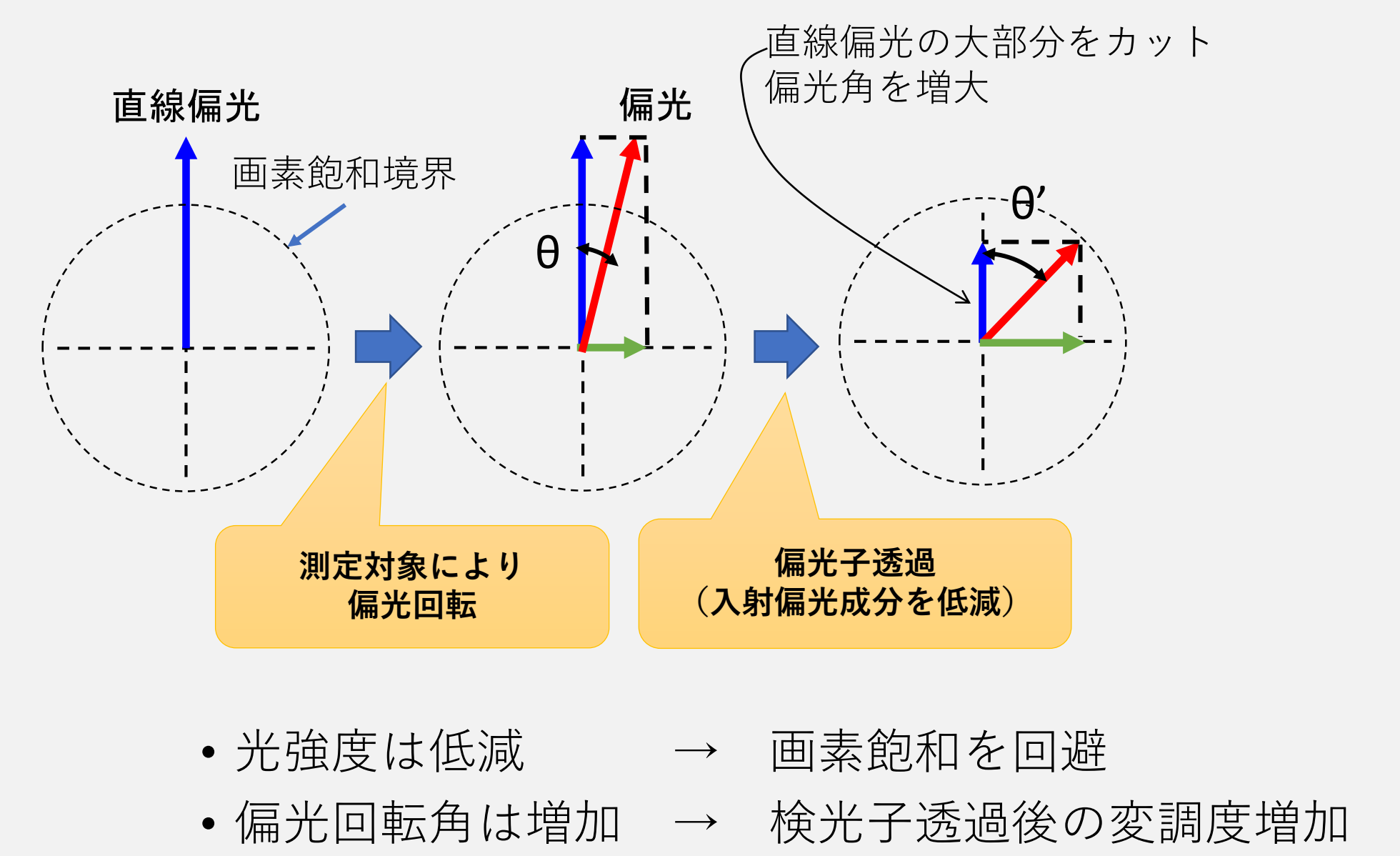
従来の偏光イメージセンサ

- ・偏光の角度の分布を広く観察
 - ・僅かな光を高感度に検出
 - ・画素上偏光子の性能が比較的低い
 - ・高光量条件では画素が飽和
- ⇒微弱な偏光変化検出には不向き

提案手法

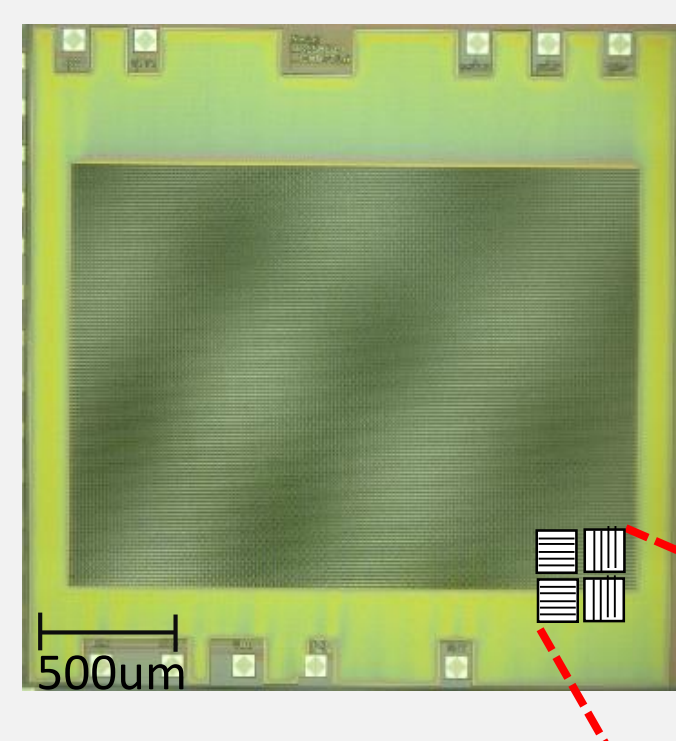
偏光イメージセンサと偏光子を積層

- ・高性能な外部偏光子
偏光回転角を増強
光量を低減→画素飽和回避
 - ・画素上偏光子
偏光回転→強度変換に特化
- ⇒微弱な偏光回転を高感度検出

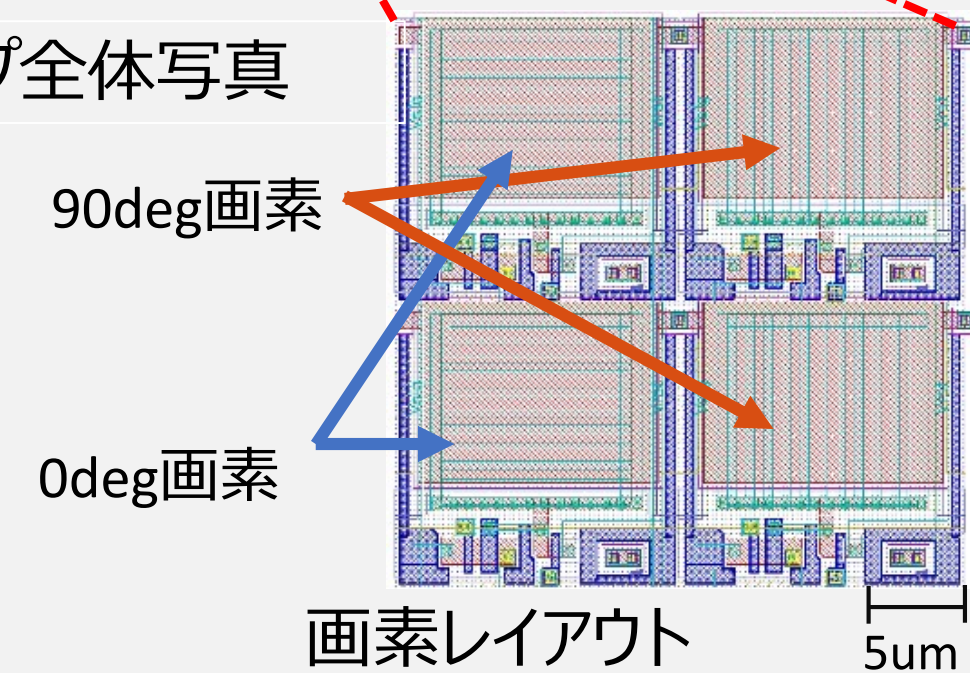
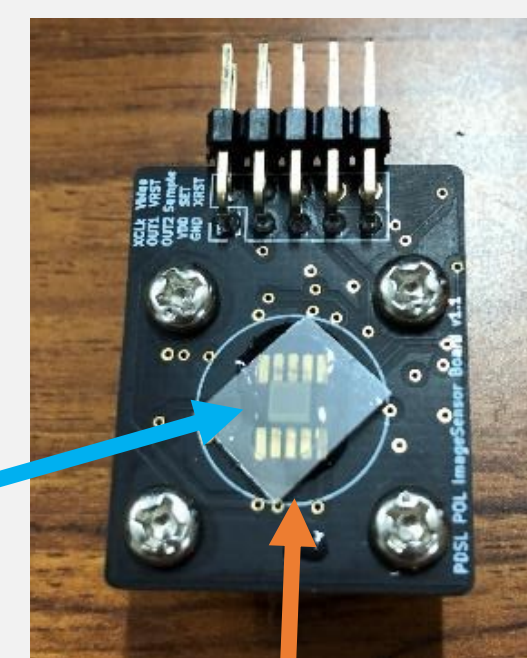


ブロック図

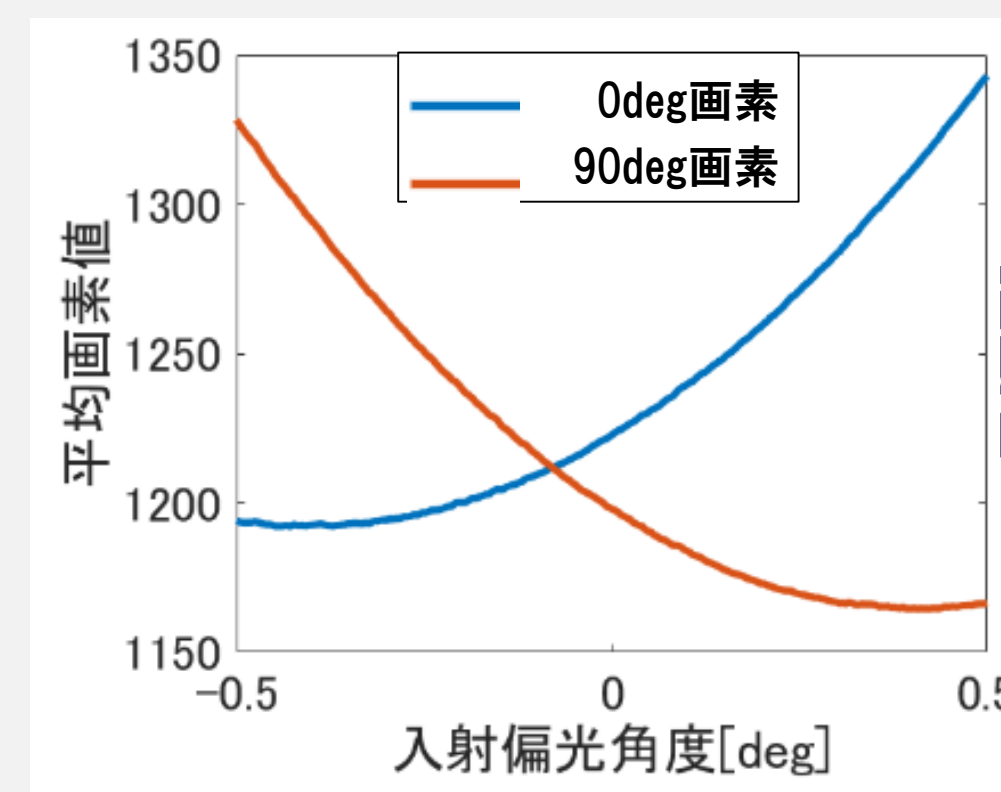
プロセス	0.35 μm標準CMOSプロセス
画素数	160×120(80×120セット)
偏光子	Line/Space = 0.5 μm/0.45 μm
画素サイズ	15 μm × 15 μm
PDサイズ	11.2 μm × 12 μm
チップサイズ	2700 μm × 2645 μm



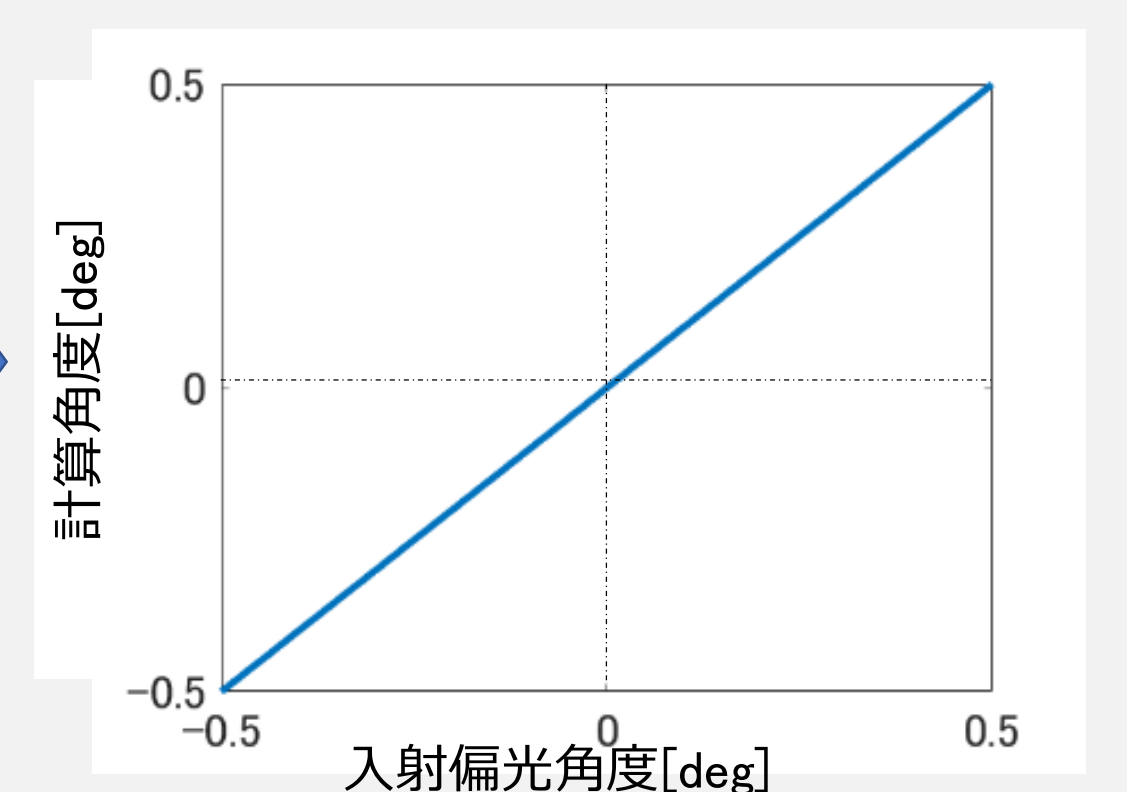
イメージセンサ



偏光子ペアからの出力

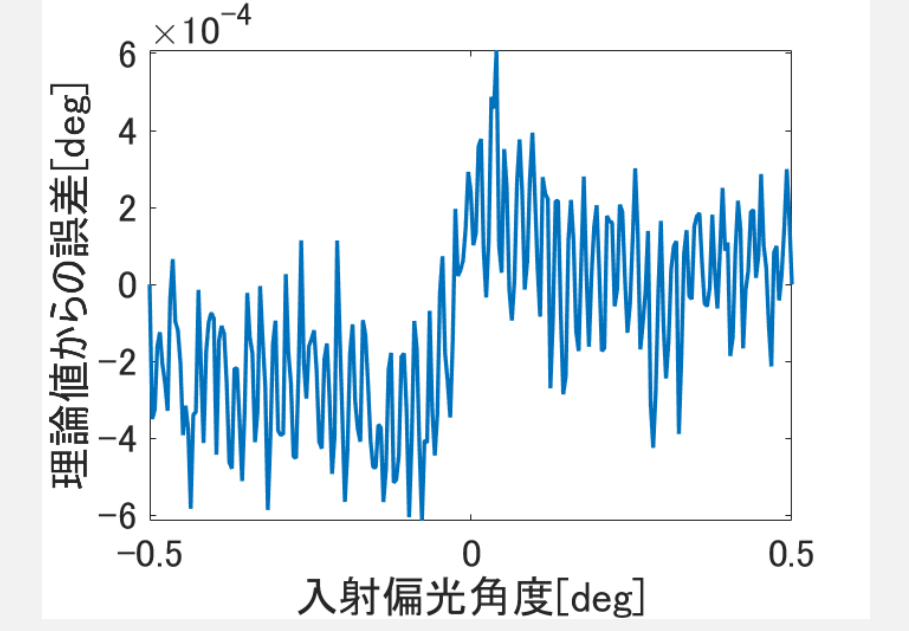


偏光計算結果

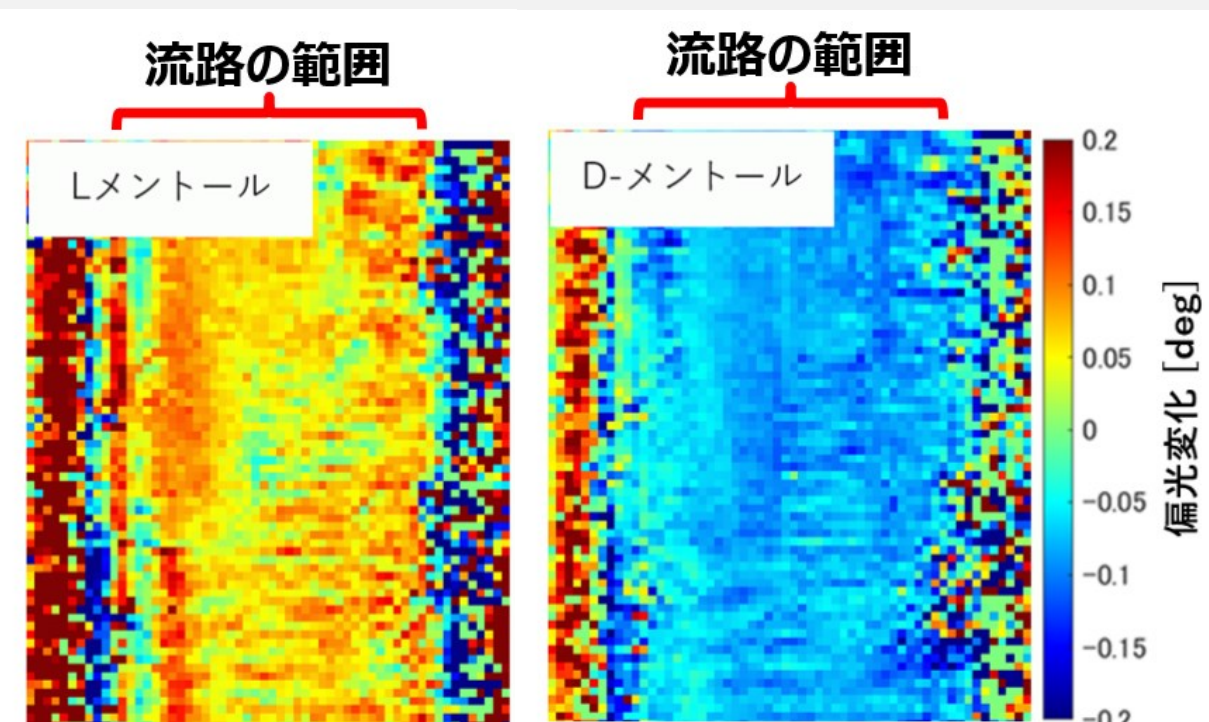
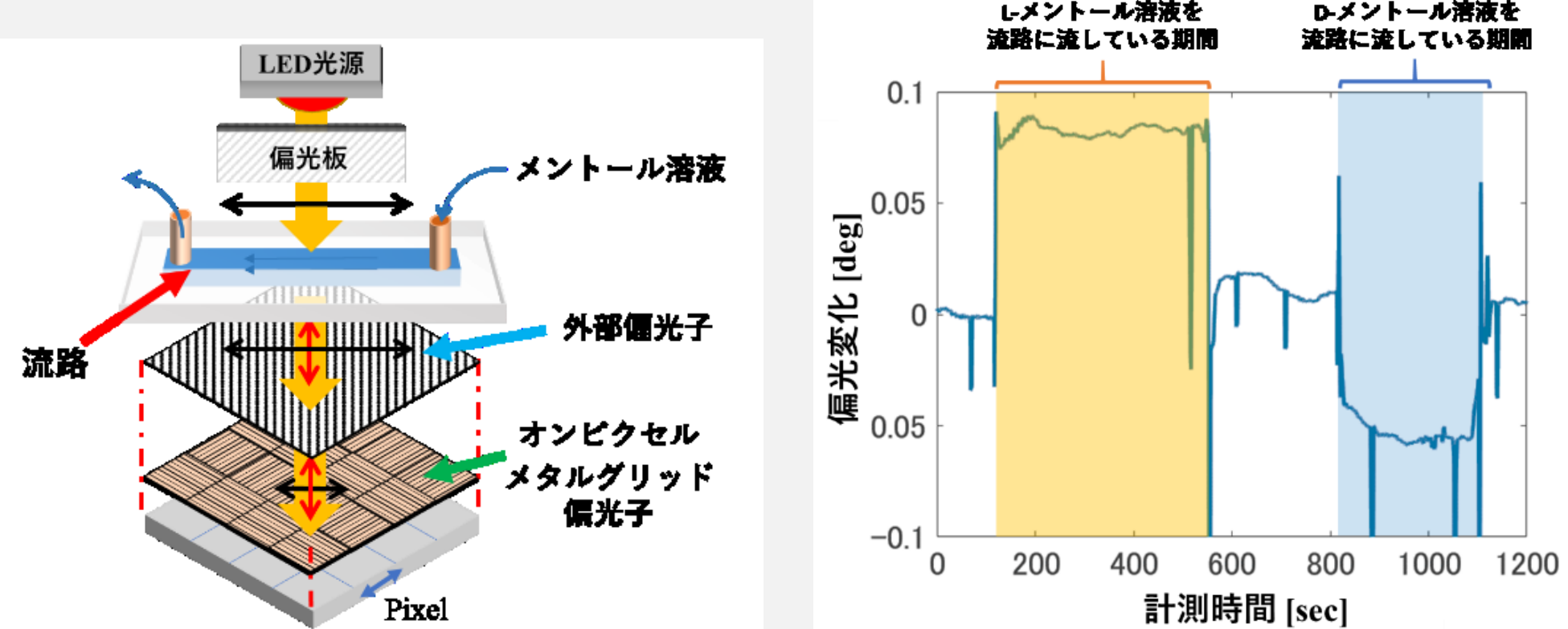


- ・偏光子ペア(0deg画素と90deg画素)の出力:
極小点が互いに逆方向にシフト
差分が偏光角度に比例
光源の強度雑音は差分計算によりキャンセル
- ・誤差 6.1×10^{-4} deg
(96フレーム平均, 50×50pixel平均)
偏光回転計測装置と同程度

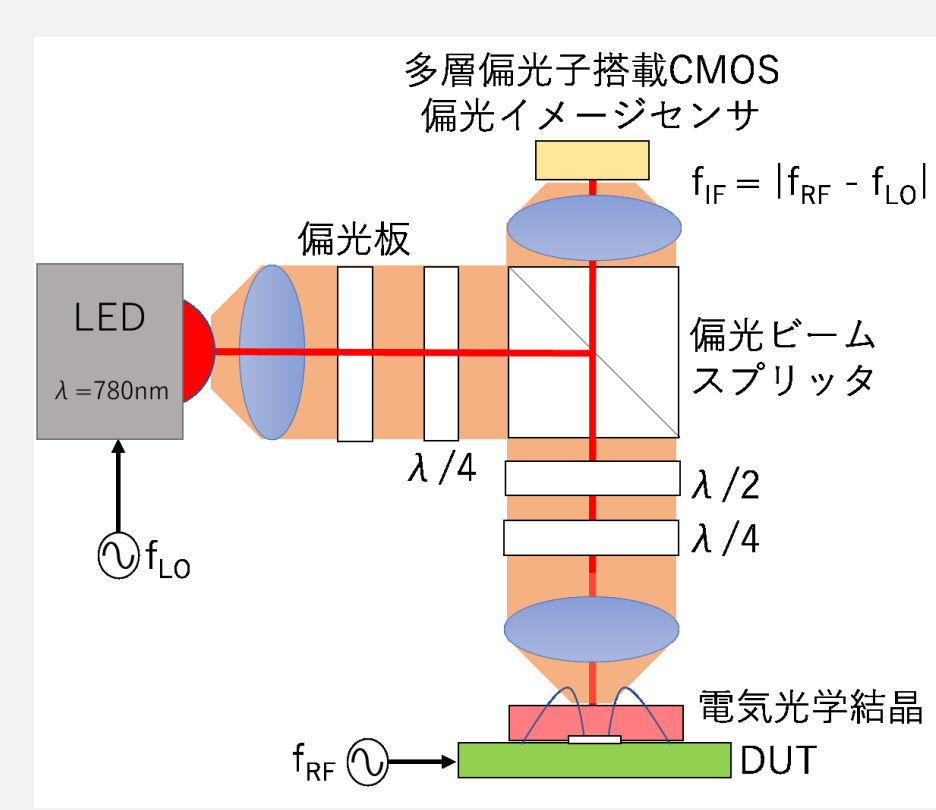
計測誤差



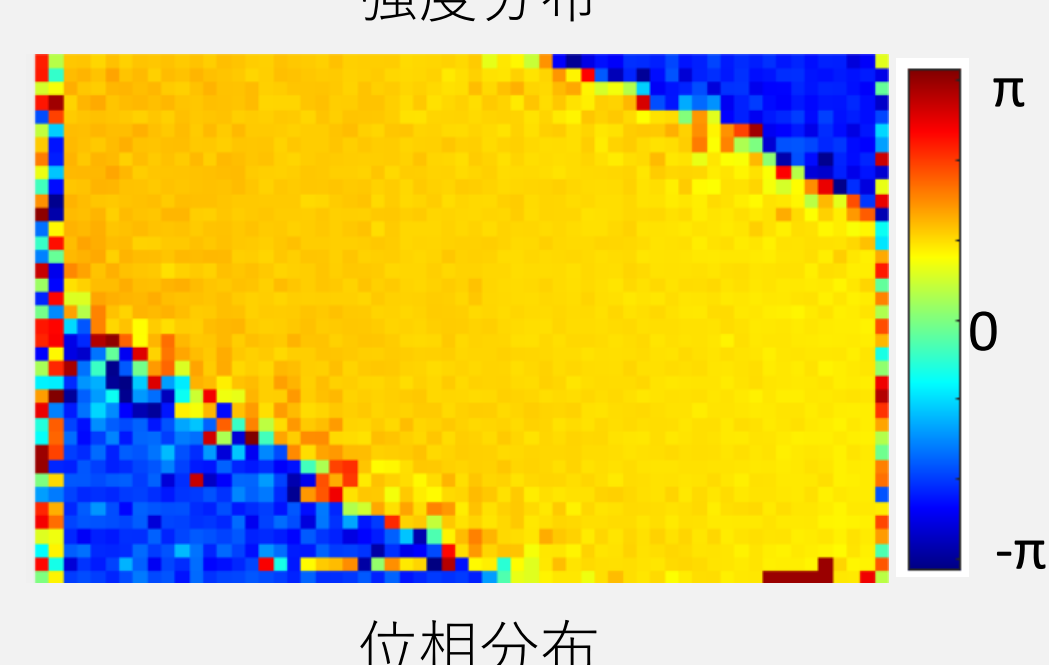
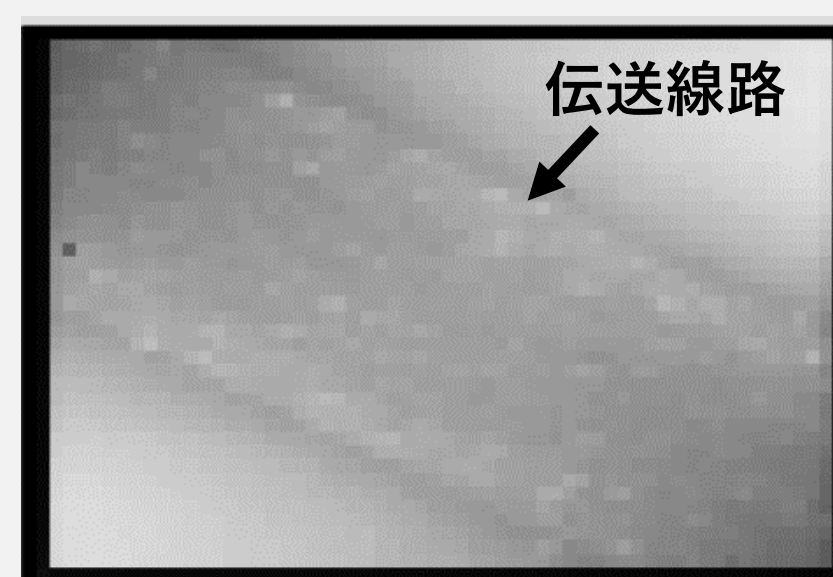
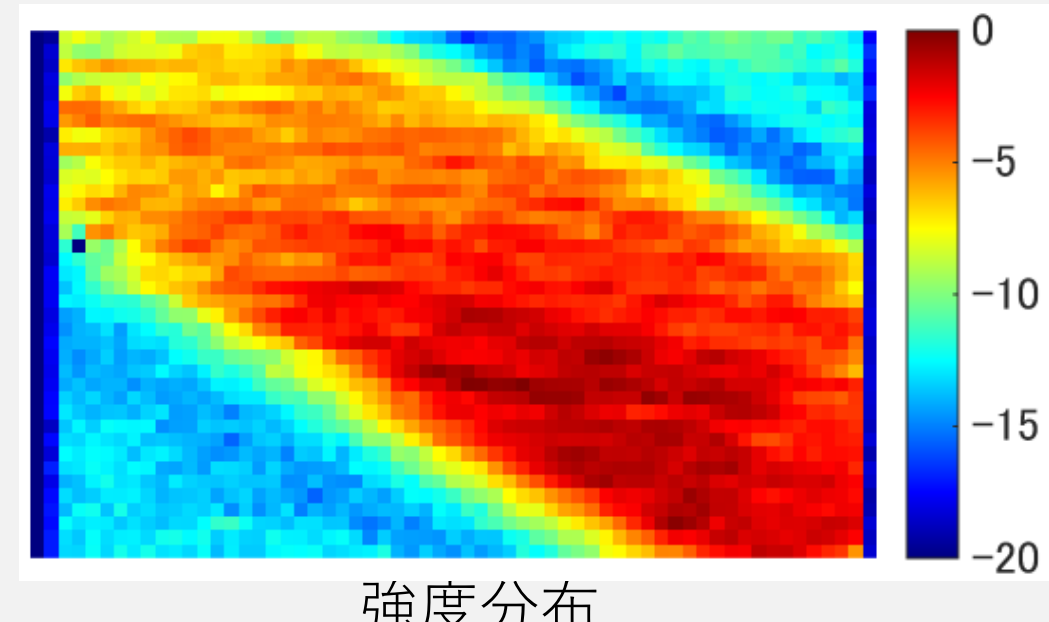
マイクロ流路中の光学異性体濃度をリアルタイム測定



電気光学結晶を介した高周波電界の可視化



電界像



- 微細プロセスによる画素上偏光子性能向上
- センサ内信号処理回路による高速化・高感度化
- 応用技術の展開
 - ・ Beyond-5G/6Gに向けたTHz帯高周波の可視化
 - ・ 小型複屈折カメラ → 細胞活動の非染色撮像

発明の名称: 微弱偏光変化分布撮像装置
および微弱偏光変化分布撮像方法
発明者: 笹川清隆, 岡田竜馬, 春田牧人,
竹原浩成, 田代洋行, 太田 淳
出願人: 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学
特願2020-203070 (2020-12-07 出願)