

○杉山幸宏

田岡峰樹

杉本和英

三洋電機株式会社 東京情報通信研究所

1. はじめに

物体追跡処理の多くは、フレーム間の対応点探索等の処理を行なう。その際、画像中での対象物体領域の全画素に対するフロー算出は、本来必要としない。処理の効率化の観点に立てば、対象領域の輪郭情報の利用で十分な場合が多い。この際、従来の CCD 等の撮像デバイスで画像入力しエッジ検出等をするという一連の前処理を施すのではなく、デバイスレベルで必要な情報（例えば輪郭情報）のみを直接抽出し、ホスト・コンピュータに転送できれば、より一層の効率化が期待できる。

光プロトンポンプ機能を有する膜蛋白質バクテリオロドプシン(Bacteriorhodopsin: BR)は、照射により微分型の光電変換応答を示す。これは、BR 分子が光エネルギーの吸収（最大吸収波長 568nm）により回る光化学反応サイクルが、分子構造の変化を起こして電気分極を発生させるためである。Miyasaka らは BR 分子を一様に配向・配列させた 2 次元フィルムに動画像を投影し、画像中の動物体の移動方向や速度が埋め込まれた輪郭像情報だけを、直接電流の 2 次元パターンとして抽出・出力できることを報告している[1]。しかし、この抽出された輪郭情報（や速度情報など）を用い、動物体の認識処理までは行われてはいない。

Iwamoto らは、水面上で単分子膜を形成する有機分子の配向の動的挙動を、分子の持つ電気双極子の動的挙動により発生する誘導電流（または、マクスウェル変位電流）を測定する誘導電流測定法を用い、高感度測定することに成功している[2]。我々は、単分子膜累積法である Langmuir-Blodgett(LB)法により作製した BR 2 次元フィルム (BR LB フィルム) の光電変換特性を評価するために、この誘導電流測定法を応用した光誘導電流測定法を用いた[3]。

現在我々は、BR LB フィルムからの光誘導電流を用い、輪郭等の出力情報を利用した画像認識処理と、そ

のデバイス化について検討している。今回はその予備的な結果について報告する。

2. 実験

BR は高度好塩菌 *H.Sarinarum* (ET1001 株) から分離・精製したものを使用した。BR の配向・配列フィルムは、従来法の Langmuir-Blodgett(LB)法と電 LB 法により形成した BR 単分子膜を、水平付着法で ITO 基板上に任意層数累積することにより作製した (図 1) [3]。

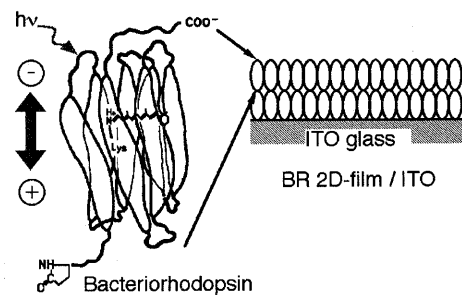


図 1. Bacteriorhodopsin と BR LB フィルム断面

図 2 はこの BR LB フィルムへの動画像照射系と、その光電変換の応答電流測定系を示す。動画像は、PC 上で再生される種々のアニメーションを LCD プロジェクターを通し、対電極の裏側から BR LB フィルム面上に投影した。また、ギャップの形成には $16 \mu\text{m}$ のフィルムを用いた。フィルム上の照射された部分の各 BR 分子は電気分極を生ずる。その際、図のように配置された対電極上には、各 BR 分子の電気分極に対応する電荷が誘起され、短絡回路の誘導電流として測定される。対電極には、図 3 に示す ITO 基板上にパターン形成された対電極アレイと、パターン化されていない ITO 基板を用いた。対電極アレイの電極面には 1 画素あたり $2.5 \times 2.5 \text{mm}^2$ の面積の対電極が基板中央部に 16×16 個形成されている。各電極は、対面的位置にある BR 分子群に起因する光誘導電流を捕らえることができる。ここで無パターン化 ITO 電極基板の

有効測定面積は、40X50mm²であった。

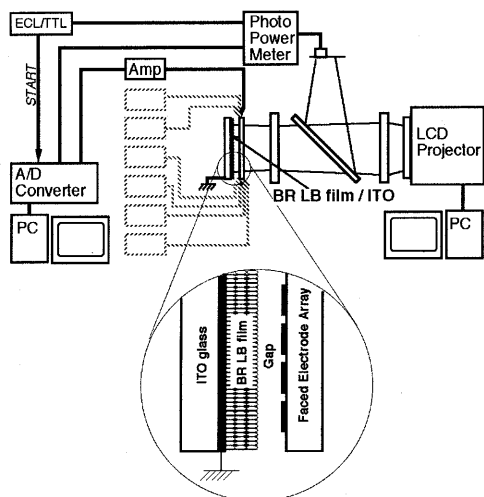


図2. BR LBフィルム誘導電流測定システム

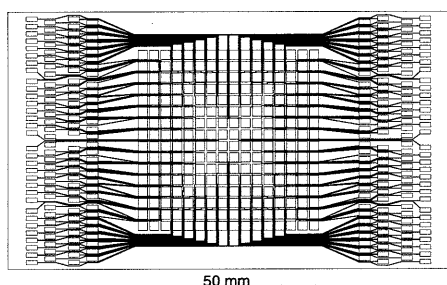


図3. 対電極アレイ

3. 結果と考察

BR LBフィルムの光誘導電流出力値は、フィルムを構成する各単分子膜の光電変換効率に大きく依存する。光誘導電流値 i は、BR単分子膜の累積層数 N 、対電極との距離 D 、単分子膜構成BRの未変性率 κ 、BRの正配向率 θ の間に次の関係がある[3]。

$$i \propto N/D \cdot \kappa(2\theta-1) \quad (1)$$

ここで $\kappa(2\theta-1)$ は、BR単分子膜自体の特性に起因する因子であり、単分子膜の光電変換効率に相当する。本測定に於いて、電場印加LB法で作製（印可電場数 kV/cm ）したBR LBフィルムが、従来法のLB法で作製したものの約2倍の効率を有することが確認できた。

図4は、LB法で21層累積したBR LBフィルムにおける入射光パターンと光誘導電流応答である。対電極は無パターン化電極を用いた。光のON・OFFによって出力電流の応答極性が対称に反転する微分型応答を示しているのが分かる。ピークにまで達した電流値は、

光照射強度が変化しない限りゆっくり緩和・減衰してゆく。

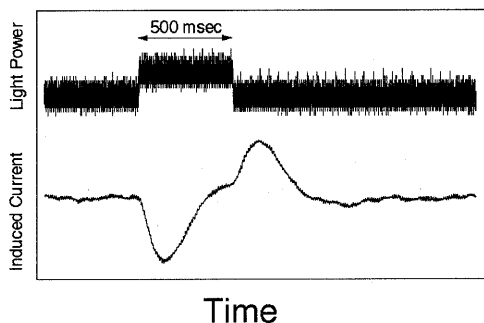


図4. BR LBフィルムの光誘導電流応答

図4の応答パターンは暗背景上を移動する明物体が、BR LBフィルム（1画素）を横断した時の応答パターンと捉えることができる。ONの負の電流ピークは物体の輪郭前端、OFFの正のピークは物体の輪郭後端に相当する。対電極にパターン化電極を用い明暗パターンによる輪郭抽出実験を行い、画像の輪郭位置における正負の電流ピークを捕らえることができた。その結果対電極位置とピーク電流の測定時刻の関係から明暗パターンの移動速度を検出することができた。

また、BRの電流緩和現象は一種のメモリ機能と考えられる。ピーク後の緩和過程にある近傍画素間の電流値の関係から、物体の移動方向や速度の推定を試みた。しかし今回は、緩和電流から移動速度を評価するのに必要な精度の光誘導電流自体を得ることができなかった。光誘導電流値を増加させる単分子膜累積層数やギャップ間隙等のパラメータを含め検討を行ってゆく。更に、微分応答の時定数についても検討を行う必要がある。

[参考文献]

- [1] T.Miyasaka and K.Koyama, Appl. Opt., Vol.32, No.31, 6371-6379 (1993).
- [2] 例えば：岩本, 光学, 28(6), 319-324.
- [3] Y.Sugiyama, et al., Jpn. J. Appl. Phys., Vol.36, 5674-5679 (1997).