

スマートピクセルを用いた高速・並列共焦点顕微鏡システム

A parallel confocal microscope using smart pixel

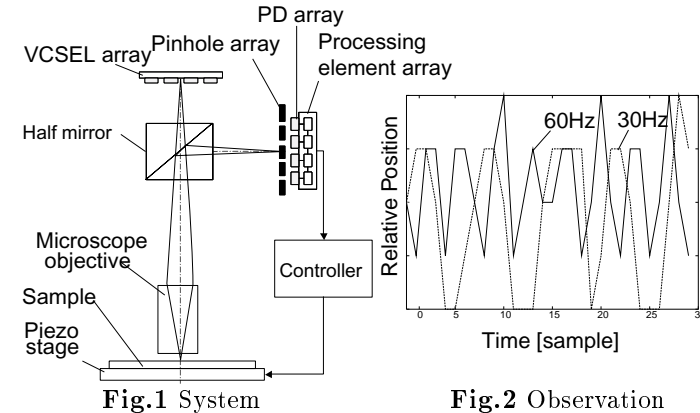
東京大学 工学系研究科 ○成瀬 誠, 石川 正俊

Univ. of Tokyo Makoto Naruse and Masatoshi Ishikawa

E-mail: naruse@k2.t.u-tokyo.ac.jp

はじめに 試料内の任意の断層像を取得できる共焦点レーザー顕微鏡は、生きた細胞・組織の動態観察等を可能としたが、その時間分解能は一般には画像取得デバイス (CCD 等) やガルバノミラー等の機構の速度に制限され、対象の移動速度等の形態を計測したり、特定の対象を追跡するには、システムのさらなる高速化や自律的動作が期待される。本稿は、受光素子とプロセッサを一体化した光電子融合型デバイス (スマートピクセル) 等の集積化光デバイス技術を、共焦点顕微鏡に応用することにより、顕微鏡像の処理速度を高め、空間内を高速に運動する生体の組織等の観測・分析・制御を可能とする高速・並列共焦点顕微鏡システムを提案し、基本的原理を確認する。

システム Fig.1 に示すように、2 次元アレイ状の並列の光源として垂直共振器型面発光レーザー (VCSEL) を用い、受光面に、画素毎に光検出器 (PD) と演算回路を有するスマートピクセルを配置し、また、画素毎にピンホールを PD 前面に設置する。スマートピクセルによる画素並列画像処理機能により、特定の対象の追跡等を従来の撮像デバイスを用いた場合に比べて極めて高速に行えると期待できる [1]。



実験 光源として、波長 850nm、ピッチ 250 μ m の 8 \times 8 の VCSEL アレイ^{*}、受光素子として増幅回路 (TZ ゲイン 150k Ω) と 2 値化回路を集積した 8 \times 8 PD アレイ^{**}、プロセッシングエレメント (PE) として、S³PE アーキテクチャ [2] を用いた簡単な実験システムを構築した。出射光の 4.8% の光量が対象に達し、反射率が約 80% の平面ミラーを対象とした場合、PD アレイに到達する光量は、出射光の約 1.1% で、アレイ内の平均値に対して 39% の不均一性があった。Fig.2 は、対象をピエゾマイクロステージにより振動させたときに得られる、PD アレイでの受信信号を解析して得られた波形 (1 次元モーメント) であり、ビデオレートを上回る周波数で動作する対象物の捕捉能力を示唆している。

まとめ 面発光レーザーの応用により、共焦点顕微鏡の光源に要求される光学的構造が簡易化され、また画素毎の画像処理機能を持つスマートピクセルアレイにより、走査機構のボトルネックから解放された並列共焦点顕微鏡システムの基礎的な検討を行った。

[1] 奥 他, “高速ビジュアルフィードバックによるマイクロアクチュエーション”, 日本ロボット学会学術講演会, pp.637-638.

[2] 小室他, “超並列ビジョンチップアーキテクチャ”, 信学技報, CPSY95-19, v.95, n.21, pp.63-69, 1995.

*)**) VCSEL を提供頂いた NTT フォトニクス研究所, PD を提供頂いた浜松ホトニクスに感謝致します。