

課題番号 : F-14-KT-0006
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : 光学顕微鏡の開発
Program Title (English) : Development of an Optical Microscope
利用者名(日本語) : 西山 雅祥
Username (English) : Masayoshi Nishiyama
所属名(日本語) : 京都大学白眉センター
Affiliation (English) : Hakubi Project, Kyoto University

1. 概要 (Summary)

光学顕微鏡は、研究分野を問わず幅広く利用されている分析機器である。その分解能は、観察時に使用する光の波長とレンズ系によって制限を受けてしまい、通常アッペの壁と呼ばれている。近年、このアッペの壁を越える分解能を達成させる超解像技術が開発されたものの、未だ普及にはいたっていない。本研究課題では、市販の光学顕微鏡や光学機器をそのまま利用しつつ、分解能の向上をはかる顕微鏡ユニットの開発を行った。利用者の取り組みにより、結像能を約 2 倍にまで高めることに成功した。

2. 実験 (Experimental)

・利用した主な装置

電子線蒸着装置、高速マスクレス露光装置、厚膜フォトリソ用スピコーティング装置

・実験方法

光学マスクは、電子線蒸着装置、高速マスクレス露光装置、厚膜フォトリソ用スピコーティング装置を用いて作成した。この光学マスクを利用して瞳関数を変更できるようにした。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

利用者は、市販されている光学顕微鏡をベースにして、アッペの壁を越える分解能をもつ超解像顕微鏡の開発を行った。顕微鏡とカメラの間に、リレー光学系を構築し (Fig. 1)、本来なら対物レンズ内にある後焦点面を顕微鏡外に取り出した。

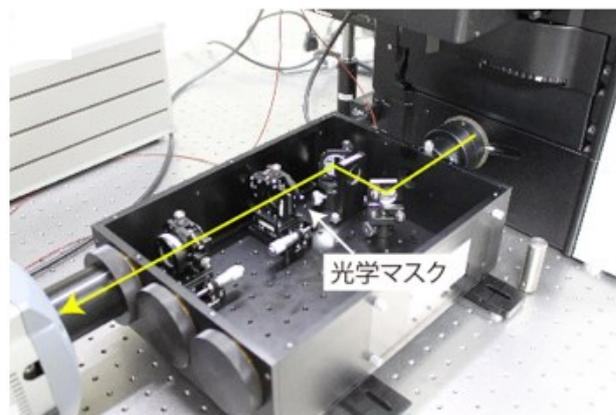


Fig. 1 Whole view of optical system.

カバーガラスに直径 100 nm の蛍光ビーズを固定し、その落射蛍光像を高感度カメラで観察した。顕微鏡のリレー光学系に内挿する光学マスクを入れ替えることで瞳関数を変更しながら蛍光像の撮影を行った。Fig. 1 に、ドーナツ状のスリットを設けた光学マスクの例を示す。ドーナツの穴に相当する内側のマスクは、低開口数の光成分を遮蔽する効果があり、点像分布関数をシャープにする働きがある。今回は、この内径を変えることで、遮蔽する光成分を増減させることにした。それに対して、スリットの外径は、対物レンズの瞳径と一致するように設計しており、迷光を軽減させる役割がある。ドーナツ内側のマスクがないため、本質的には光学マスクなしとおなじ効果となるはずである。これら 2 種類の光学マスクを用いて撮影した結果をみると、蛍光像がシャープに結像している様子が見て取れた。低開口数側の光成分を遮蔽することで、点像分布関数がより狭められた。これらのプロットをガウス関数でフィットして、そこから FWHM (点像分布関数ピーク値の半分をとる分布幅) を求めた。光学マスクの内側の遮蔽領域を大きくするに従い、FWHM の値が減少し、最高で約 40% の低下が見られた。つまり、解像度は 2 倍弱にまで改善されたことに

なる。今後も改良を続ける。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。