

光纖雙光束光鉗系統之建置與微粒繞射及光強度之分析

Yu-Chung Lin^a (林子眾), Jiun-Yuan Chen^b (陳浚原), Fang-Wen Sheu^{b,c} (許芳文), Chung Ay^a (艾群)

^aDepartment of Biomechatronic Engineering, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan

^bGraduate Institute of Optoelectronics and Solid State Electronics, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan

^cDepartment of Applied Physics, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan

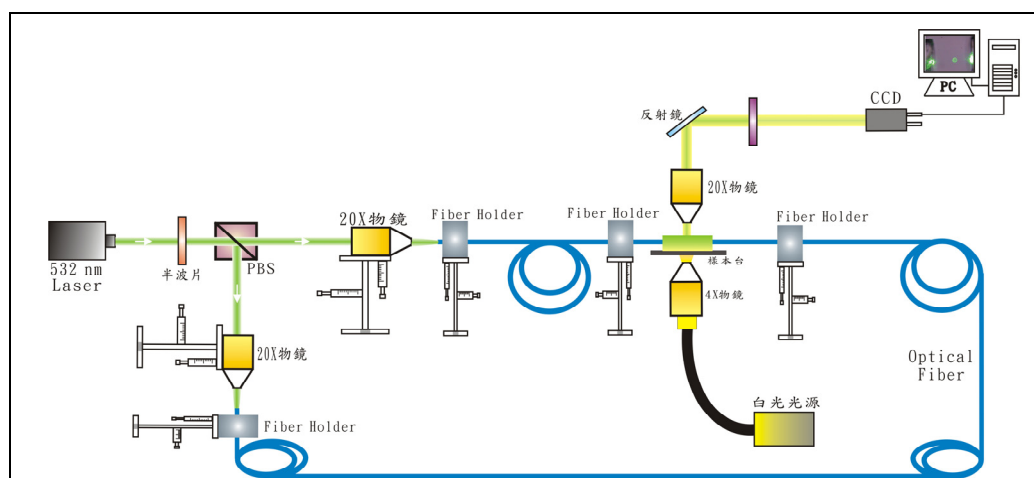
(國立嘉義大學 ^a生物機電工程學系, ^b光電暨固態電子研究所, ^c應用物理學系)

摘要——本實驗的目標是要自行架設一套光纖雙光束光鉗系統，並用此光纖光鉗系統對微粒及生物細胞進行基本的特性量測。我們利用波長 532 nm 綠光雷射，經過二分之一波片及極化分光鏡(PBS)，將雷射光分成兩道光束，透過 20 倍物鏡將雷射光耦合進兩條光纖中，再藉由長工作距離顯微鏡組及彩色 CCD 攝影機與強度 CCD 攝影機，在玻片樣本溶液中分別觀察乳膠微粒、螢光粒子、不規則石英微粒、人類淋巴球白血病活體癌細胞(U937 細胞)受雷射光的鉗住、推移與產生之繞射情形。並製作簡單的微流道 (Micro-Channels)，觀察細胞與微粒在此架構中的流動情形。

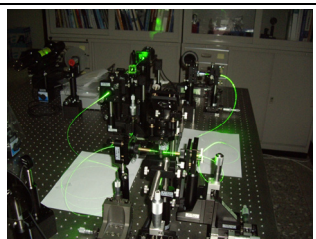
一、利用 20 倍顯微物鏡投影成像觀察

實驗架構：

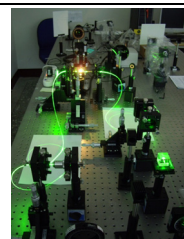
此光纖雙光束光鉗系統(下圖)主要是利用波長 532 nm 綠光雷射，經過二分之一波片與極化分光鏡(PBS)，將雷射光分成兩道光束，透過 20 倍物鏡將雷射光耦合進兩條光纖中，再將光纖插入樣本玻片，經由 20 倍物鏡與反射鏡投影至 CCD 攝影機取像觀察。



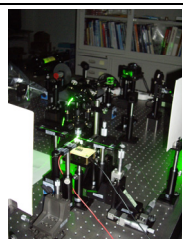
實驗系統架構圖



實驗系統實體圖



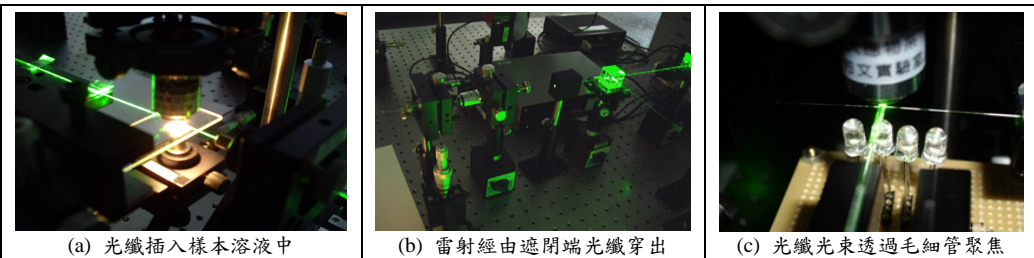
實驗系統實體圖



實驗系統實體圖

實驗方法：

調整半波片與極化分光鏡，使得兩道光纖光束的功率相同，將光纖插入要觀察的樣本後【圖(a)】，得在樣本溶液中對光，確認兩雷射光束為水平相對，其方法為先遮蔽一道雷射光束，讓入射光束穿透樣本溶液後直接由遮閉端穿出【圖(b)】，當雷射功率達最大時即對光完成，此時就可以開始捕捉微粒了。我們也嘗試利用光纖光束透過毛細管聚焦在此架構下捕捉微粒【圖(c)】。



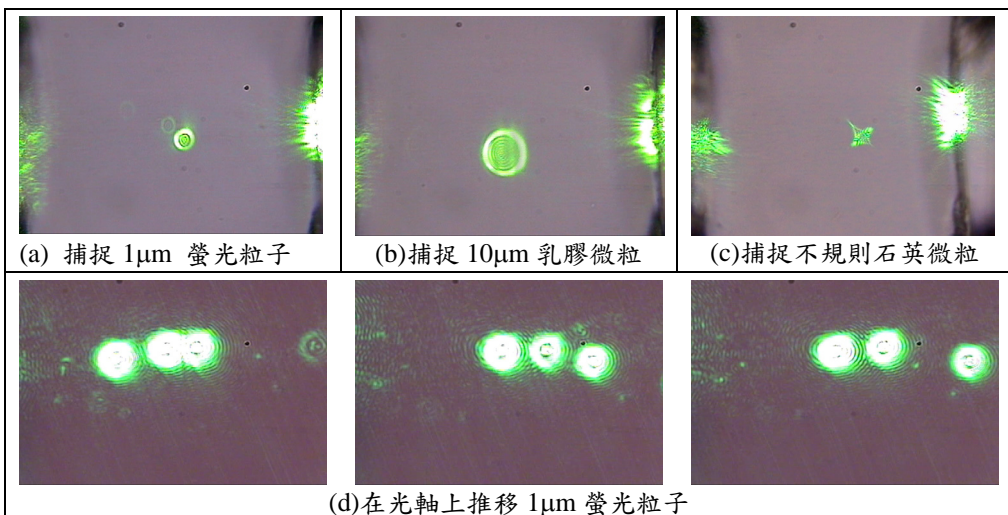
(a) 光纖插入樣本溶液中

(b) 雷射經由遮閉端光纖穿出

(c) 光纖光束透過毛細管聚焦

實驗結果：

1. 以 CCD 攝影機拍攝捕捉微粒



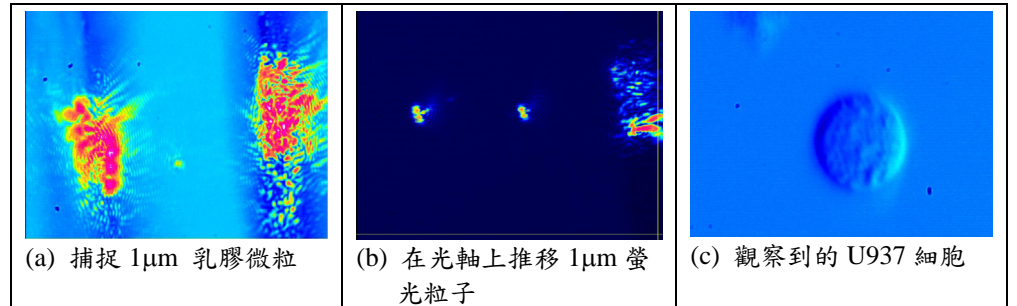
(a) 捕捉 1 μ m 螢光粒子

(b) 捕捉 10 μ m 乳膠微粒

(c) 捕捉不規則石英微粒

(d) 在光軸上推移 1 μ m 螢光粒子

2. 以強度 CCD 攝影機拍攝捕捉微粒

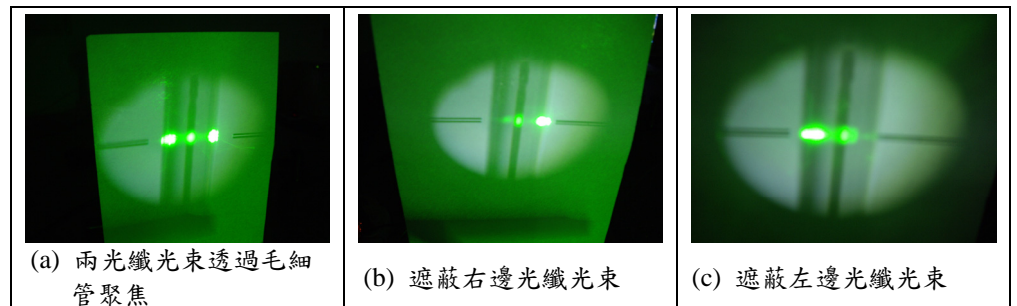


(a) 捕捉 1 μ m 乳膠微粒

(b) 在光軸上推移 1 μ m 螢光粒子

(c) 觀察到的 U937 細胞

3. 光纖透過毛細管聚焦捕捉石英微粒



(a) 兩光纖光束透過毛細管聚焦

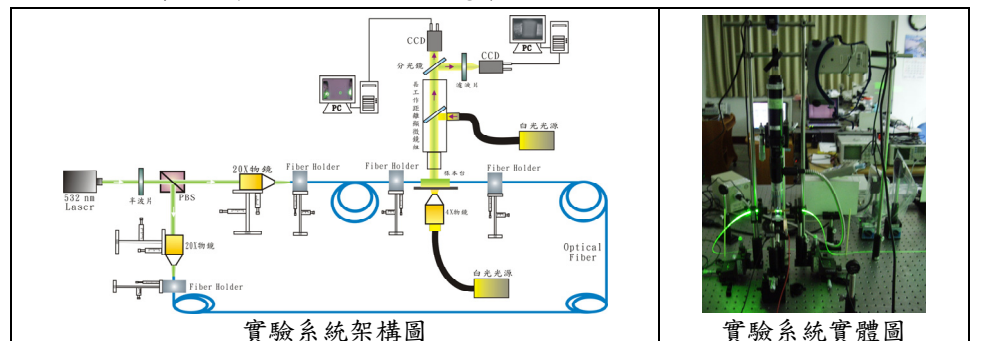
(b) 遮蔽右邊光纖光束

(c) 遮蔽左邊光纖光束

二、利用長工作距離顯微鏡組觀察

實驗架構：

此光纖雙光束光鉗系統(下圖)主要是利用波長 532 nm 綠光雷射，經過二分之一波片與極化分光鏡(PBS)，將雷射光分成兩道光束，透過 20 倍物鏡將雷射光耦合進兩條光纖中，再將光纖插入樣本玻片，經由 50 倍長工作距離顯微鏡組觀察。



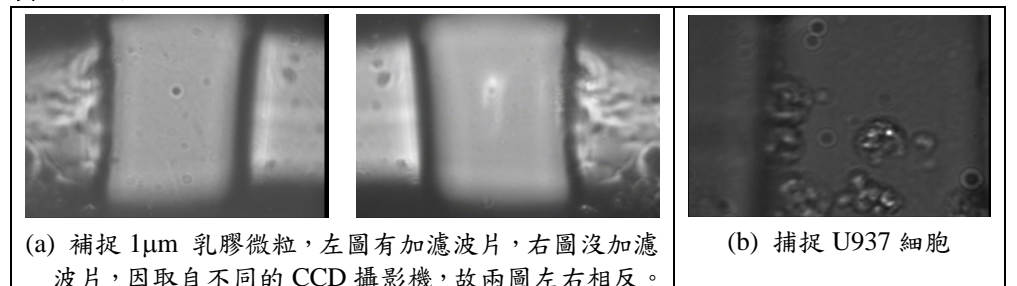
實驗系統架構圖

實驗系統實體圖

實驗方法：

光路調整與先前的系統架構相似；此系統架構要觀察樣本時，因長工作距離顯微鏡組的焦點很小，得先用鏡組上的白光光源，使其焦點落在樣本溶液要觀察位置，再開啟成像要用的白光光源觀察。

實驗結果：



(a) 捕捉 1 μ m 乳膠微粒，左圖有加濾波片，右圖沒加濾波片，因取自不同的 CCD 攝影機，故兩圖左右相反。

(b) 捕捉 U937 細胞

結論

由以上的實驗結果可以清楚觀察，我們架設的光纖雙光束光鉗系統可以成功的捕捉微粒，且由其繞射環可以辨別出微粒被捕捉的狀態。因為雷射對微粒的 Mie scattering 效應，造成觀察微粒捕捉情形不便。所以在第二個架構上我們加上了另一組 CCD 攝影機，並放上了濾波片，以便對照觀察捕捉情形。

往後將嘗試利用本系統進行細胞裂解與生物單分子手術上，並整合倒立式螢光顯微鏡與電滲流技術做更精準的操控，相信這套系統的持續改良，在未來能對人類醫療與生物科技有很大的貢獻。