

## 利用單光束光鉗固定並排列微粒

# FIXING and ARRANGEMENT of MICRO PARTICLES by SINGLE-BEAM OPTICAL TWEEZERS

洪智章<sup>1</sup> (Chih-Chang Hung), 陳雄<sup>1</sup> (Shiung-Chen), 林子眾<sup>1</sup> (Yu-Chung Lin), 藍子凱<sup>2</sup> (Tzu-Kai Lan),  
許芳文<sup>2</sup> (Fang-Wen Sheu), 艾群<sup>1</sup> (Chung Ay)

<sup>1</sup>國立嘉義大學生物機電工程學系, 60004 嘉義市鹿寮里學府路 300 號

(Department of Biomechatronic Engineering, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan)

<sup>2</sup>國立嘉義大學應用物理學系, 60004 嘉義市鹿寮里學府路 300 號

(Department of Applied Physics, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan)

### 一、摘要

本實驗自行設計、組裝一套單光束光鉗系統，並利用此雷射光鉗固定並排列微粒，使之呈現文字圖形。

**關鍵詞：**光鉗、聚苯乙烯、圖案

### Abstract

We construct a single-beam optical tweezers system, which can be used to fix and arrange the trapped micro particles to form a word pattern.

**Keywords:** Optical tweezers, Polystyrene, Pattern

### 二、緣由與目的

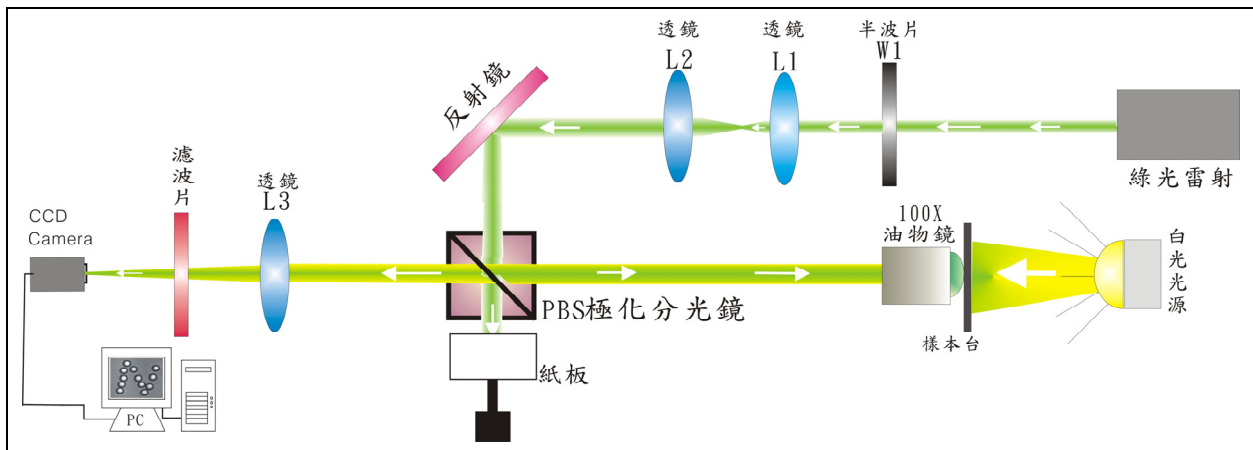
雷射光鉗的發展源起於 1969 年 Arthur Ashkin 等人首先提出利用光壓操弄微粒的概念，而在 1986 年發表的論文中提及一束雷射光經高度聚焦後，能在焦點附近產生位能井，將微粒侷限在焦點附近，這就是所謂的光鉗 (Optical Tweezers) [1]。雷射光鉗是種非侵入性、非接觸性的工具，可以廣泛運用在細胞生物力學、細胞

分群、微測量技術等。

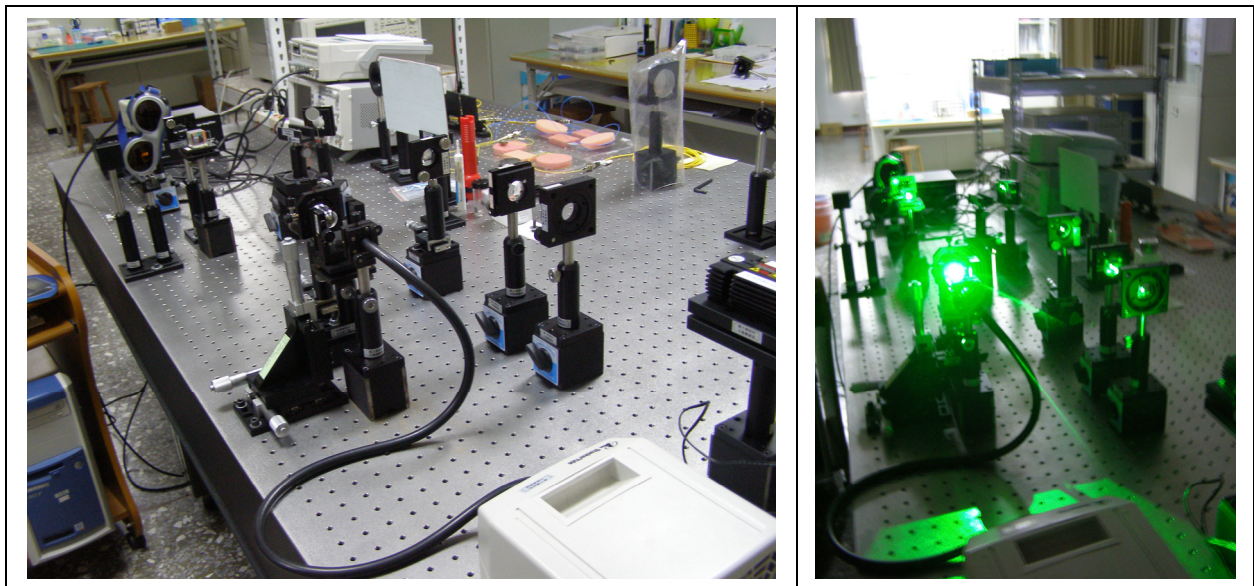
本實驗利用波長為 532 nm 的綠光雷射，架設出橫立式單光束光鉗系統。因為綠光的高能量能夠被聚苯乙烯微粒 (直徑約 5  $\mu\text{m}$ ) 吸收，使表面所包附的薄膜因受熱融化而能固定在玻片上。我們利用綠光雷射對聚苯乙烯微粒的這種性質，能夠排列出各種文字圖形 [2]。

### 三、材料與方法

雷射光聚焦會在焦點形成位能井，並將粒子侷限在焦點處，透過這樣的認知我們設計了一組橫立式單光束光鉗系統 (圖一、二)。我們先利用透鏡 (L1、L2) 將雷射光擴束兩倍，之後將光路導入極化分光鏡 (PBS)，並利用半波片 (W1) 將極化分光鏡的反射光調整至最大功率，之後將雷射光通過油物鏡 (100X, NA = 1.25) 聚焦入樣本中捕捉微粒 (入射光功率約 28 mW)。利用白光光源反向照射樣本，再經過透鏡 (L3) 聚焦到 CCD camera 中，並利用電腦觀察。其中在收像鏡頭前加了濾波片來過濾綠光雷射，讓我們在觀察粒子時不會產生嚴重的繞射條紋干擾。粒子樣本架設的方式是將粒子引入自製流道中，流道是利用兩片雙面膠排列而成 (圖三)，使粒子能夠藉著毛細現象在流道中流動。



圖一 實驗系統架構圖



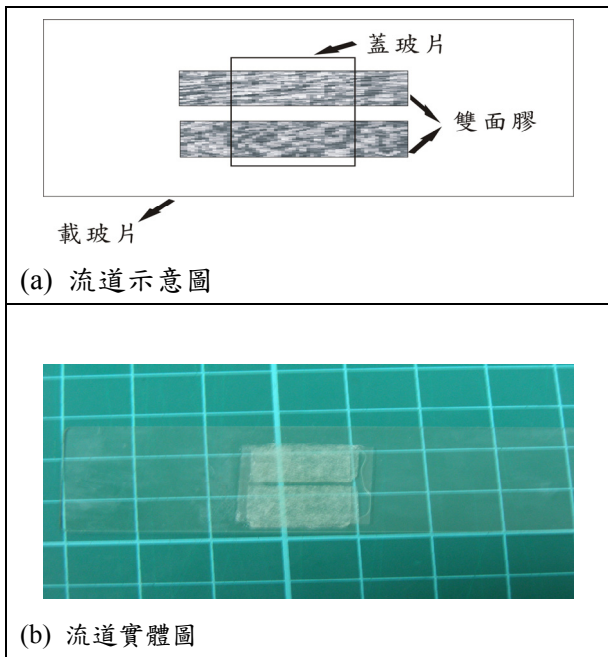
圖二 實驗系統實體圖

藉由以上光鉗系統架構，可以觀察到微粒的操控情形。微粒是在自製的流道中流動，所以利用雷射光鉗吸引並固定在玻片上，首先固定雷射光位置之後移動樣本台，使流動中的微粒經由光鉗作用固定在玻片上，依序排列出 NCYU 等英文字母。利用綠光雷射能量被吸收的特點，使得聚苯乙烯微粒能黏附於玻片上，進而利用移動樣本位置來取出所需的位置，分別置放微粒，以期排列出所想要呈現的文字。由於微粒處於溶液中，故必須注意雷射光對於溶液所造成的加熱升溫的影響，所以在自製流道時便將流道擴大，希望能夠延長可操作的時間。另外，在排列文字時，

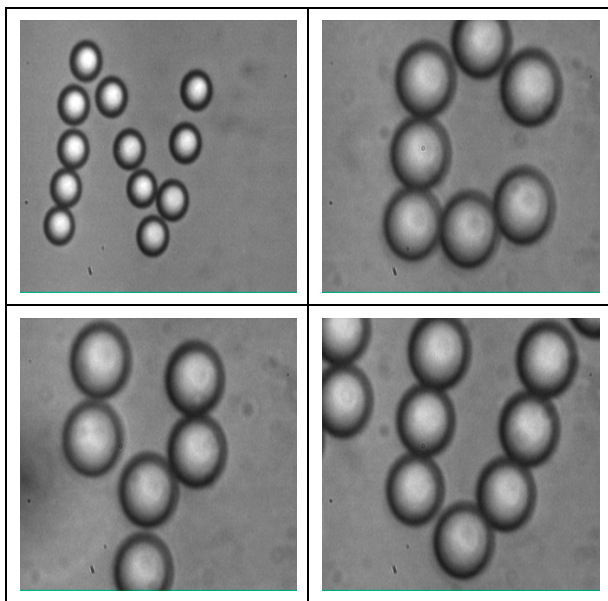
要先將綠光雷射暫時遮蔽，避免在樣本移動過程中捕捉到微粒，因而固定在錯誤的位置上。

#### 四、結果與討論

我們利用此光鉗系統來排列固定微粒，圖四是我們實驗所得出的成果。由於聚苯乙烯能夠吸收綠光能量並進而固定在玻片上，所以能夠讓我們藉著樣本的移動來控制聚苯乙烯微粒的固定位置，以呈現出所想要的文字圖形 NCYU (國立嘉義大學的英文校名縮寫)。



圖三 流道樣本台



圖四 英文字母 NCYU 排列情形

## 五、結論

本實驗利用綠光雷射架設一組橫立式單光束光鉗系統，利用光鉗原理逐一將聚苯乙烯微粒捕捉，並且排列固定住，使其呈現出文字圖形。藉由此系統，我們可達到控制微粒並形成特殊圖案的目的。

## 六、參考文獻

- [1] Ashkin A, Dziedzic J, Bjorkholm J, and Chu S *Observation of a single-beam gradient force optical trap for dielectric particles* (1986) *Opt. Lett.* 11: 288-290.
- [2] Mcleod E and Arnold CB *Subwavelength direct-write nanopatterning using optically trapped microspheres* (2008) *Nature Nanotechnology* 3: 413-417.