

## 第五章

### 結論

在本文之研究中，我們建立了兩種計算相位式電腦全像片的演算法則，IFTA 及 DBS 演算法，並模擬分析了電腦全像片的重建圖像品質及重建時各種效應所產生的效果。由電腦計算中，我們發現 DBS 演算法之運算速度還很慢，無法有效應用，之後應可朝向 Fast Direct Binary Search ( FDBS )發展以提昇計算速度；而 IFTA 演算法顯然快速許多，往後應可順利應用於即時動態生物光鉗系統上。根據第二章的模擬結果，我們發現 IFTA 及 DBS 這兩種演算法各有其限制與優點，且第二章之目標圖像皆屬 Binary 影像，對於 Gray Level 影像尚無明顯的進展，若能有所突破，對於往後設計其他全像光學元件應有更大的發展空間與更佳元件品質。

另外，我們建立了一套光學量測系統，對液晶空間光學調制器進行基本特性之量測，其中相位與振幅調制特性之量測中，發現在偏振板為 0 度角，檢偏板為 -120 度角之工作條件，有極佳的相位調制效果可以實現相位式電腦全像片，但是在此工作條件並非完美的，因為其隨帶著振幅調制效果，無法完全與我們模擬時的情況一致。所幸，經由模擬結果得知，振幅調制量不一時僅有在重建時造成繞射效率降低的問題而已，並不會影響光強度之分佈情形，並且由光學實驗獲得驗證。因此，接下來之工作應可量測更多組偏振板與檢偏板之角度組合，以求得可對相位進行最大的調制量，而不做振幅調制之工作條件，亦即純相位調制的情形。

最後我們以液晶光學空間調制器進行全像片的光學重建，並在 3.4 節中印證配合液晶光學空間調制器之使用，可以達成動態重建全像片之效果，因此將電腦全像運用於即時動態之生物光鉗系統上是可行的。並且由重建結果中，我們發現由於液晶面板之結構，致使重建的圖像的中心部份會有很高的 DC 值，且圖像的左右兩邊的光強分佈會較弱。由於光波通過液晶面板後之繞射光強分布的關係是二維 sinc 函數的分佈，若繞射孔徑為正方形，則繞射光場之縱軸及橫軸光場的 sinc 函數分佈一致，因此縱軸及橫軸的繞射主瓣一樣寬，若設計目標圖像為以中心對稱的話，則不會產生上下左右繞射光強度不均的問題。但由於我們使用的液晶光學空間調制器之液晶畫素開孔較接近長方形，因此以電腦全像技術製作雷射光鉗陣列時，目標圖像若設計的不好則會造成光鉗陣列之光強度不均勻，導致每個光鉗的梯度力不一，束縛粒子的力便不同，這不是很好的情況。有鑑於此，之後應可由設計目標圖像著手，盡量將第 0 階之繞射光強度分佈控制集中在 sinc 函數之主瓣內，即可有效降低光強分布不均的問題。

我們在本研究中，對於將相位式電腦全像之技術應用於生物光鉗系統中，只是初步分析、探討其可行性，並試著改善其產生光鉗的品質，並未實際抓取過微粒，對於即時動態光鉗系統之完成還有很多需要解決的問題，例如控制每個光鉗之光強度為高斯(Gaussian)分佈，或是控制光波前之型式...等，但是我們已經建立了全像光鉗系統之雛型，假以時日，應該可以成功抓取微粒。