

簡介

本團隊是屬於光電工程學研究所顯示光學研究室，目前主要研究為光學元件的設計，目的是將雷射光之圓形高斯強度分佈之光場整形為擴大的方形均勻且平行傳播之光場，所得之光場可以在各方面有所應用。

目的

我們的目的是在50 公分的距離內，將一直徑為3mm 的高斯光束整形成1cm×1cm 均勻光強度分佈的方形場，且其每點的相位要一致。我們使用兩個繞射光學元件 (DOE) 來完成這件工作。為了效率及可製作性，我們的元件是必須為純相位且量化的元件，即，我們的元件只會對入射的光場做相位的調變，並不會對其振幅做調變，利用材料不同的深度對入射光場的每一點形成不同的相位調變，此相位調變經過傳播後因為繞射的原理會在固定的成像面上形成與入射場不同的振幅及相位分佈。而由於製程上的考量，我們所能製做的深度為固定的量化值，無法產生連續的深度分佈，故對於入射光的相位調變也只能是量化式的。一個高斯強度度分佈的場經過第一個DOE 再傳播50cm 的距離後將會如所預期的整形成一1cm×1cm 均勻光強度分佈的方形場。將第二個DOE 置於此形成方形場的位置上，將其場中每點的相位補成同相位，如此在第二個DOE 之後就會有一平行傳播強度均勻的方形場。

設計方法

GS 演算法

此演算法即所謂遞迴傅立葉演算法(Iterative Fourier transform algorithm)的一種。一開始我們由目標場其給定了所要的強度分佈，隨意加一個相位分佈於目標場，然後經由反向的Fresnel 傳播，得到入射面所需之振幅及相位調變分佈，然而這不是我們所要的元件，因為它同時也對振幅有調變且相位調變也是連續分佈，所以我們將此得到的場之振幅改成高斯分佈，並對相位做量化的動作，例如二階量化的話就是將 2π 分成二等份，即0 與 π ，然後將相位調變為 π 以下的改成0，相同地，將相位調變為 π 以上的改成 π ，四階量化的原件原理相同。經過修改後的元件其50cm 後的繞射場必定與我們所要的相差很大，故我們一樣用Fresnel 傳播來看其繞射場分佈，此繞射場的相位分佈目前不是我們所要限制的參數，這也是此方法中唯一可變的參數，故我們保留繞射場之相位，而將振幅分佈改成我們所要的均勻方形場。如上所述之流程一直重覆，得到一個收斂結果的元件。此方法的優點為快速且可模擬較大的場分布，但缺點是很容易收斂到所謂的局部最佳解。故必須採用有跳脫局部最佳解能力的模擬退火演算法來做設計。

模擬退火演算法

模擬退火演算法(simulated annealing algorithm)是一種嚐試錯誤的演法，其過程

就像在模擬冶金科學中退火的程序一般，故而得其名。一開始我們隨意給定一個量化的元件，然後計算其繞射場分佈，進而與我們的目標繞射場做比較定義所謂的價值函數，計算此元件的價值。接著對我們先前給定的元件做些許的變動，例如改變其中一個像素點的相位調變值，然後再去計算其繞射場，得到改變後的價值函數值，將改變後的價值函數值去與原來的相減，小於0者表示此改變更接近我們所要的繞射場分佈。但如果一味地只接受變好的結果，則亦會落入所謂的局部解，此時我們定義一個溫度給整個演算法，用來控制接受變壞的程度及機率，一開始給定的溫度較高，使其能夠接受較多且較嚴重的變壞情形，慢慢地在優化過程中溫度緩慢下降，最終逼近所謂的冰點，到達冰點時，幾乎所以變壞的情形都不被接受，故收斂到一組我們所設計的元件，此收斂結果的元件會比上述GS演算法所設計的元件更接近我們的需求。

計算需求

我們所設計的繞射圖形外邊必需留有無強度分份的區域，在優化的結果中，發現外面所留之無強度區域為中心有強度分佈區域之三倍時會得到較能符合我們需求的結果，若欲得到較佳的結果，假設解析度為線寬 $2\mu\text{m}$ 而目標場總大小為 $1\text{cm}\times 1\text{cm}$ ，則取樣點數為 20000×20000 ，為了加速離散傅立葉變換的運算，將所取點數設為2的次方之 32768×32768 ，其結果為單一複數矩陣所佔之記憶體約為16GB，在取得相位分佈資訊時需要四個矩陣，故總共所需記憶體為

64GB。

另外，在使用之軟體及函式庫的部分，根據日前參與貴中心 IBM P595 大型主機訓練課程的瞭解，該主機目前僅提供IMSL 科學函式庫，且貴中心亦僅能在該大型主機上提供該函式庫，無法如同其他校園版權軟體一般提供單機版給各單位使用，如此一來，若考慮可攜性的問題，就必須評估是否真的要使用該函式庫的問題。本團隊目前所建立之程式皆基於其它科學函式庫，如 GNU Scientific Library、FFTW、HDF5 等，而上述函式庫皆為自由開放源碼之軟體，其中，FFTW 更為目前所知最快之計算快速傅利葉變換的函式庫，許多大型科學計算之套裝軟體或世界各重要研發單位所開發軟體內的快速傅利葉變換皆直接使用或改寫自該函式庫，例如 [MATLAB](#)、[MIT MPB](#) 或 [MIT Meep](#) 等，因此，若貴中心能夠統一在該大型主機上安裝此等函式庫，不但可以省去使用該軟體之不同團隊各自編譯所需耗費的時間與空間，更可增加該主機提供服務的多樣性，進而吸引更多校內團隊申請使用貴中心的服務。

以下提供上述開放源碼函式庫之相關網址，建請貴中心評估在主機上建置之可行性，以惠各研究團隊。

FFTW <http://www.fftw.org/>

HDF5 <http://www.hdfgroup.org/products/hdf5/index.html>

GNU Scientific Library <http://www.gnu.org/software/gsl/>