



# 應用全像干涉微影技術製作週期與準週期性微奈米結構

Fabrication of two- and three-dimensional periodic and quasi-periodic structures by using optical interference technique

林建宏

國立中正大學  
物理系  
博士後研究員

賴玉蝶

國立中正大學  
物理系  
助理教授

杜名碧

國立中正大學  
物理系  
博士班

巫晟逸

工研院  
顯示中心  
工程師

黃郁迪

奇美光電  
工程師

梁文評

晨星半導體  
主任工程師

林宏彝

工研院機械所  
先進製造核心技術組  
研發副組長

張天立

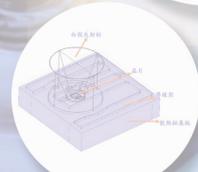
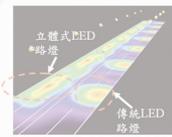
工研院機械所  
先進製造核心技術組  
奈米製程技術部

周大鑫

工研院機械所  
先進製造核心技術組  
副組長

許佳振

國立中正大學  
物理系  
教授



## 關鍵詞

- 全像干涉微影技術  
Holography interference lithography
- 週期性與準週期性微米結構  
Periodical and quasi-periodical structure
- 光子晶體與光子準晶體  
Photonic crystal and photonic quasi crystal

## 摘要

全像干涉微影技術為一種簡單和快速於製備大面積週期與準週期性微奈米結構之方法。應用雙光束—多次曝光干涉技術，並且藉由控制不同的曝光次數、曝光劑量和每次曝光的轉動角度，可以得到二維週期與很多新穎的準週期性結構，可製作的最大面積為 8 吋晶圓大小，最小週期為 300 nm。在理

論與實驗上，本文也提出應用全像干涉技術於製作許多新穎的三維週期與準週期性結構。在實驗上，本文還展示了如何應用全像干涉技術於製作直徑約為 100 nm 奈米細絲週期性結構。

A simple and efficient optical interference method for fabricating high quality large area two- and three-dimensional (2D and 3D) periodic and quasi-periodic structures was demonstrated. Employing multi-exposure two-beam interference technique, 2D periodic and different types of quasi-periodic structures were created depending on the number of exposure, exposure dosage and the rotation angle of the sample for each exposure. An 8 inch diameter of periodic structure with 300 nm of lattice constant was fabricated. We also show how to fabricate 3D periodic and quasi-periodic structures both theoretically and experimentally. Furthermore, we also demonstrate nano-vein periodic structures can be created by using the interference technique.



## 前言

週期與準週期性微奈米結構，可廣泛應用於各種光電元件，如：LED 出光萃取率提升，太陽能電池之全波段抗反射、光學微透鏡陣列、光子晶體與光子準晶體光電元件。另外，也可製作成高靈敏生物檢測晶片用於提升生醫檢測訊號等。週期性結構的旋轉對稱性最高僅為 6 重對稱，而準週期性結構則可以具有較高的旋轉對稱性，因此在光子準晶體應用上，其光子能隙具有較高的旋轉對稱性，可以得到均向(isotropic)對稱特性的光子能隙[1,2]。先前的研究成果顯示，LED 結合光子準晶體結構可以比結合光子晶體結構具有較高的光萃取率，且其發光角度具高均向性特性，故更適合用於提升 LED 之光萃取率。

一般而言，現有製作週期性或準週期微奈米結構的技術，有下列幾種：光學微影蝕刻技術、雙光子雷射直寫式技術、自組裝技術、電子束顯微術、聚焦離子術技術、奈米轉印技術和全像干涉技術等。然而雙光子雷射直寫式技術、電子束微影技術或聚焦離子術技術，這些方法十分耗時，恐無法成為量產技術，實用性較低。全像干涉微影技術[3,4]不但可以用於製作二維與三維週期性與準週期性微奈米結構，且可以快速地製作大面積結構，十分適合應用於量產製程。另外，透過雷射干涉微影圖案化技術，搭配已成熟之翻模及奈米轉印製程技術，將能擴展其應用層面與使用效率，使國內產業在國際上更具競爭力。

除了應用於製作週期性或準週期性微奈米結構外，在本文中也將介紹應用全像干涉技術於製作奈米細絲週期結構之研究成果。此研究藉著控制光阻中光酸的擴散，並突破以往的製程與光強度分佈限制，成功的製作出具有奈米細絲相連的二維奈米細絲方形週期結構。

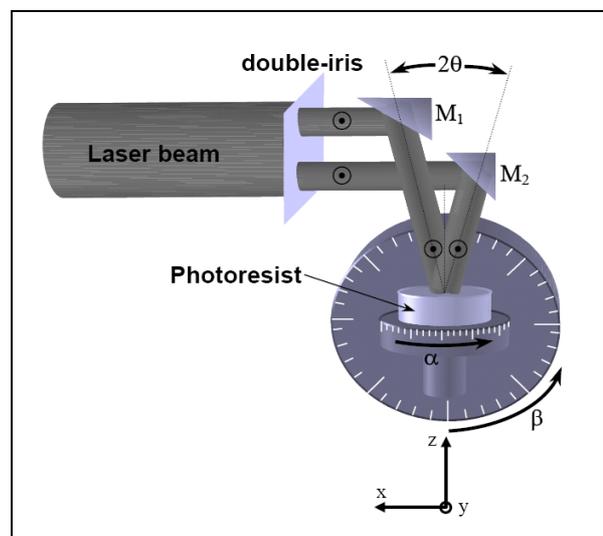
## 實驗原理

### 一、全像干涉微影術原理

將兩道相同光強度、相同相位和偏振方向的雷射光束，在空間重疊，如果兩道光之光程差小於雷射光同調長度，在光束重疊區域，其光電場會產生建設性與破壞性干涉，進而可獲得干涉條紋。將光阻材料放置於干涉條紋區域，控制適當的曝光條件，在光阻上，可以製作出一維週期性結構，此技術稱之為全像干涉微影術(Holography interference lithography)。

#### 1.1 雙光束干涉架設系統

圖一為用於製作二維和三維週期性結構之雙光束干涉架設系統。雷射光束(cw He-Cd or Argon)經過一組空間濾波器及擴束系統，再利用雙光圈(double-iris)進而得到兩道具有相同光斑大小、光強度和相同偏振方向(電場偏振方向沿著 y 軸)之光束。兩面鏡子  $M_1$  和  $M_2$  則用於控制兩道光束個別的行進方向，最後，使兩道光束重疊至樣品相同位置上，在光束重疊區域產生一維週期性干涉條紋(沿著 x 方向)。兩道光束之間的角度為  $2\theta$ ，此角度可以



圖一 雙光束—多次曝光干涉系統架設[3]



更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】330期・99年9月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)