

# 理學院

## 107學年度第一學期模組化課程

波長尺度結構之設計、製造與量測

Design, Fabrication, and Characterization of Wavelength-scale Structures

授課教師：

李佳榮

國立成功大學光電科學與工程學系

課程類別	學分數	選必修	開課人數	開課日期及上課時間	上課地點
講義+演習	1.5	選修	30	2018/07/02(一)-2018/07/06(五) 9:00-15:00	成功校區

先修課程或先備能力：

普通物理、基礎光學、電磁學

建議修課年級：

大三、大四、碩士班

建議修課學生背景：

理學院、工學院、生科院、電資學院、醫學院

教學方法：

講授 60 %、實作(電腦模擬.實驗) 25 %、報告/討論/測驗 15%

評量方式：

實驗操作 30 %、實作產品/作品 30 %、出席率 20 %、其他：上課主動積極性 20 %

學習規範：

不遲到不早退、上課主動積極、100%認真學習

課程概述：

本課程的目標乃通過培訓和演講培養以光波長尺度或光子晶體缺陷腔體為對象，學習如何“塑造光流”之基本技能。課程由三部分組成：(1)兩種著名計算法(平面波展開法和有時域限差分計算)，(2)儀器、理論、技術和實踐(聚焦離子束刻蝕或圖案化和3D直接雙光子雷射寫入)(3)光學量測系統(傅里葉圖像光譜系統)。課程中，擬邀請國外學者專家英國布里斯托大學電機系 Dr. Y.-L. Daniel Ho 與 Dr. Mike Taverne 於專業方面給予授課演講，另邀請具備教育背景之 Dr. S.-F. Huang 幫忙教學設計相關教學評量方法以及與學生小組互動討論活動。本課程同時亦針對教學設計方法(教學者經驗)與參與者學習成效(學習者經驗)進行探索性之教學研究。

The purpose of this course is to develop basic skills in “molding the flow of light” in optical wavelength-scale or photonic crystal defect cavities through hands on training and lecture. The course consists of three parts: (1) two types of computational techniques (plane-wave expansion method, and finite-difference time domain calculations), (2) the instrumentation, theory, techniques, and practice (focused ion beam etching or patterning to engineer prototype devices and 3D direct two-photon laser writing in photosensitive materials and novel etchants), (3) optical measurement system (Fourier image spectroscopy systems). In the course, we plan to invite foreign experts such as Dr. Y.-L. Daniel Ho and Dr. Mike Taverne from the Department of Electrical Engineering at the

# 理 學 院

## 107學年度第一學期模組化課程

University of Bristol, UK to give lectures in the professional field. Dr. S.-F. Huang with educational background is also invited for teaching design related instructional assessment and interactive discussion with student groups. This course also conducts exploratory teaching research on the teaching design method (teacher's experience) and participants' learning effectiveness (learner's experience).

課程進度：

堂次	時數(小時)	進度說明
1	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>●講授: 週期性的光學波長尺度結構理論、應用介紹。 Periodic optical wavelength-scale structures and their applications.</li> <li>授課: 李佳榮老師(9:00-14:30)</li> <li>●進行教學活動: 教學評量與學生分組討論與互動 Dr. S.-F. Huang 負責(14:30-15:00)</li> </ul>
2	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>●講授開放原始碼光學建模工具: 平面波展開 (PWE) – MPB。 Open source optical modelling tools: plane-wave expansion (PWE) – MPB.</li> <li>授課: Dr. Y. -L. Daniel Ho (9:00-12:00)</li> <li>實施光學模擬演習培訓(實驗操作及實作產品/作品)。 Hands on training on optical modelling.</li> <li>授課: 李佳榮老師(12:00-14:30)</li> <li>●進行教學活動: 教學評量與學生分組討論與互動 Dr. S.-F. Huang 負責(14:30-15:00)</li> </ul>
3	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>●講授開放原始碼光學建模工具: 時域有限差分 (FDTD) – MEEP。 Open source optical modelling tools: Finite-Difference Time-Domain (FDTD) – MEEP.</li> <li>授課: Dr. Mike Taverne (9:00-12:00)</li> <li>實施光學模擬演習培訓(實驗操作及實作產品/作品)。 Hands on training on optical modelling.</li> <li>實施模擬測驗(報告/討論/測驗)。 授課: 李佳榮老師(12:00-14:30)</li> <li>進行教學活動: 教學評量與學生分組討論與互動 Dr. S.-F. Huang 負責(14:30-15:00)</li> </ul>
4	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>●講授: 元件製造技術和光學量測原理說明(聚焦離子束 (FIB) 銑削, 使用 雙光子光刻的 3D 直接雷射寫入 (DLW))。 Device fabrication and optical characterization: Focused Ion Beam (FIB) milling, 3D Direct Laser Writing (DLW) using two-photon lithography.</li> <li>●講授: 元件製造技術和光學量測原理說明(傅里葉圖像光譜 (FIS) 技術)。 Device fabrication and optical characterization: Fourier image spectroscopy (FIS) technique.</li> <li>授課: 李佳榮老師 (9:00-14:30)</li> </ul>

# 理 學 院

## 107學年度第一學期模組化課程

		<ul style="list-style-type: none"> <li>●進行教學活動：教學評量與學生分組討論與互動 Dr. S.-F. Huang 負責(14:30-15:00)</li> </ul>
5	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>●實驗室參觀與實作 – 傅立葉圖像光譜架設參觀與學習關於週期性光學波長尺度結構光學特性之知識與週期性光學波長尺度結構實作(實作產品/作品) Lab tour of Fourier image spectroscopy setup and hands on learning on optical characterization of periodic optical wavelength-scale structures. 負責老師：李佳榮老師(9:00-13:00)</li> <li>●實施與學員互動活動：由不同原生領域之學生分組討論本次課程對其原生領域研究之可能幫助與跨域應用，輪流上台說明並與台下聽眾(講員或其他組別學生)互動。對本次模組化課程作教學上評量總結與實施教學上檢討改善之討論。 Dr. S.-F. Huang 負責(13:00-15:00)</li> </ul>

### 課程學習目標：

本課程結束時，學生將可學習到：

- (1) 了解光波長尺度結構如何工作及其應用；
- (2) 掌握製造和測量波長尺度結構的方法；
- (3) 有設計和模擬波長尺度結構的經驗；
- (4) 如何將所學技能與本身專長領域之關係作嘗試性連結。

By the end of this course, the students are expected to have:

- (1) Comprehended how an optical wavelength-scale structure works and its applications;
- (2) Developed a solid grasp of methods in fabricating and measuring wavelength-scale structures;
- (3) Had a first-hand experience in designing and simulating wavelength-scale structures;
- (4) How to try to link the relationship between the learned skills and their own fields of expertise.

### 課程的重要性、跨域性與時代性：

光電子學乃多種學科研究之核心，本課程將此領域的相關知識整合到兩個重要學習模擬工具過程中，該過程在許多其他科學和工程領域具有廣泛的適用性。此課程為學生提供了一個發展足夠的知識和技能的機會，使他們能夠進一步透過此這次具有完整、聚焦、跨域性與當代性之課程(包含光學波長尺度結構之理論設計、製造與量測)為學生提供一個發展足夠知識和技能的機會，使他們能夠進一步深入光子學或在各自的研究領域探索創新應用。

**完整性與聚焦性：**集中學習光學波長尺度結構之完整理論設計、製造與量測。

**跨域性：**光學波長尺度結構適合與許多領域應用結合，不同領域學員可學習本課程之後應用於各自專長領域，例如光電半導體、液晶複合元件、生醫光電、量子光學、光波導等。

**當代性：**本課程學習主題(光學波長尺度結構)新穎，更重要其適合與其他熱門領域結合。

Photonics is central to the multi-interdisciplinary research. This course consolidates the knowledge in this field in an instrumental process that has a wide applicability in many other science and engineering domains. The intensive short course with completeness, focus, cross-curriculum and contemporary offers an opportunity for the students to develop a sufficient set of knowledge and skills that enables them to pursue further studies in photonics or explore innovative applications in their respective research fields.

# 理學院

## 107學年度第一學期模組化課程

其他備註:

1.綜合大樓光電系二樓 48217 教室

3.李佳榮教授光子實驗室參觀與實作

參考書目:

1.J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, 2nd ed., Princeton Univ. Press, 2008.

2.Nanofabrication Using Focused Ion and Electron Beams: Principles and Applications, edited by Ivo Utke, Stanislav A. Moshkalev, Phillip E. Russell, Oxford Univ. Press, 2012.

3.Three-Dimensional Microfabrication Using Two-photon Polymerization, edited by Baldacchini T., William Andrew, 2015.

課程網址:

<http://www.dps.ncku.edu.tw/news/news.php?class=103>