

# 飛秒雷射誘發功能性微奈米結構製作技術

Femtosecond Laser Induced Functional Micro/Nano Structures

吳秉翰

工研院南分院  
雷射應用科技中心  
飛秒雷射技術部

蔡武融

工研院南分院  
雷射應用科技中心  
飛秒雷射技術部

鄭中緯

工研院南分院  
雷射應用科技中心  
飛秒雷射技術部

沈威志

工研院南分院  
雷射應用科技中心  
飛秒雷射技術部

## 關鍵詞

- 飛秒雷射  
Femtosecond laser
- 雷射誘發週期表面微結構  
Laser induced periodic surface structure
- 功能性微奈米結構  
Functional micro/nano structures

## 摘要

雷射誘發週期表面微結構(laser induced periodic surface structure, 簡稱 LIPSS)因使用的雷射能量低, 成型速度快, 為近期備受矚目的技術。透過 LIPSS 技術改變材料的表面特性, 可廣泛應用於光電、電子、生物科技、超精密模具、精緻民生、汽車和工業設備等產業。利用飛秒雷射之非

線性吸收機制應用於 LIPSS 上, 除了可在塊材(bulk material)或薄膜材料表面(thin film material)直接誘發成型次波長(sub-wavelength)的週期結構外, 更可聚焦到材料內部局部區域, 達到內部誘發週期微奈米結構。本文章將針對 LIPSS 的成型機制進行探討、再以塊材及薄膜材料為應用例, 介紹國外與工研院南分院在飛秒雷射 LIPSS 技術上之研究現況。

Laser induced periodic surface structure (LIPSS) using low fluence and rapid forming is attended. Surface properties of material changed through LIPSS have been applied in a wide range of optoelectronic, electronics, biosensor, ultra-precision mold, car and industrial equipment. Nonlinear absorption mechanism of femtosecond laser used in the LIPSS can induce not only the periodic structures with sub-wavelength scale on the bulk material or thin film material directly, but also internal periodic micro/nanostructure by focus in the internal of material. This research introduced the



mechanism of LIPSS and the state of LIPSS by femtosecond laser technology at ITRI South and abroad.

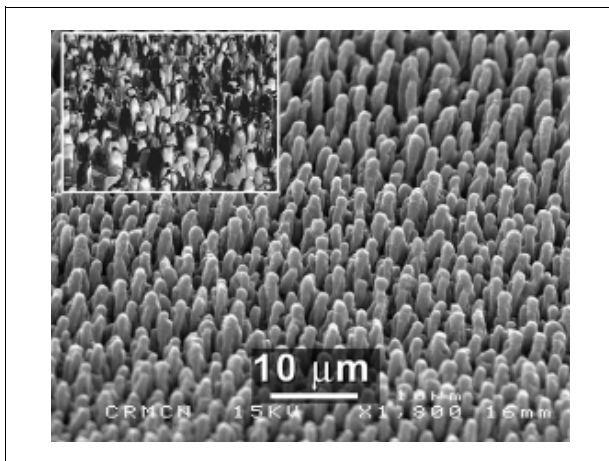
## 前言

在材料表面或內部作處理，以製作出各種功能性微奈米結構達到仿生功能，一直是近年來最熱門的議題，如圖一[1]所示，在太陽電池上製作圓柱狀微結構，增加對光線的吸收能力；或如圖二[2]所示，在玻璃上製作仿蛾眼(moth eye)的微結構，降低光線

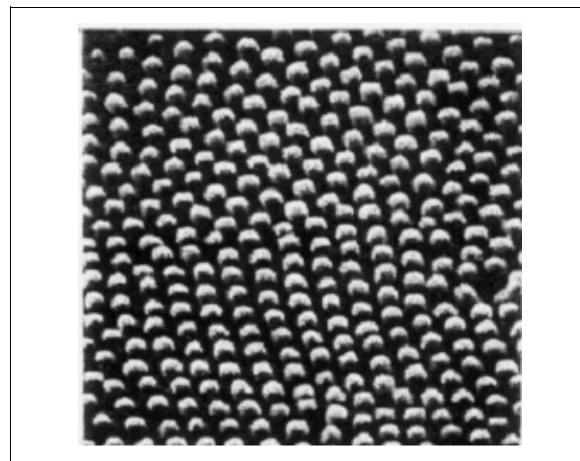
的反光等。目前製作技術主要有蝕刻製程、超精密加工、LIGA 製程、長脈衝雷射加工、飛秒雷射微細加工等方式，其優缺點整理如表一所示。在綠色製程需求下，雷射製程具乾式及節省化學藥劑使用等優點，預期為下一波製程之主流。透過飛秒雷射特殊材料作用機制，可突破以往微加工思維，可以在塊材或薄膜材料表面直接成型週期結構，精度可達次波長，為傳統雷射所不及。利用飛秒雷射之非線性吸收機制，更可聚焦到材料內部局部區域，同樣可以在內部誘發週期微奈米結構。

表一 目前功能性微奈米結構主要製程方式

方式	優點	缺點
蝕刻製程	—可大面積製作	—均勻度不佳，易產生過切(undercutting) —適合特定材料，如單晶矽、不鏽鋼
超精密加工	—2D 及 3D 之多維度加工	—加工耗時，之後需進行表面處理 —適合應用於軟金屬(如銅)
LIGA 製程	—精度高，透過雷射干涉微影可快速製作特定形狀奈米週期結構	—多步驟程序(曝光顯影、電鑄、翻模) —製程成本高
長脈衝雷射	—單步驟，節省化學藥劑使用 —製程成本低	—形狀精度差，無法製作奈米結構
飛秒雷射微細加工	—結構精度佳，可製作奈米結構	—製程成本較長脈衝雷射高



圖一 太陽電池表面微結構[1]



圖二 仿蛾眼微結構[2]



更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】323期・99年2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