



UV-LED於桌上型 曝光系統之應用

UV-LED for Desktop Exposure System

李企桓

逢甲大學
電機工程學系
光電組
助理教授

鄭陳嶽

工研院機械所
先進製造技術組
微奈米製造技術部

廖啟宏

工研院機械所
先進製造技術組
微奈米製造技術部

古鎮南

工研院機械所
先進製造技術組
微奈米製造技術部

關鍵詞(Keywords)

- 紫外線曝光系統
UV exposure system
- 發光二極體
Light-Emitting Diode (LED)
- 準直、均勻與大面積
Collimation、Uniformity、Large area

摘要(Abstract)

傳統的汞燈源紫外線曝光系統體積龐大、價格也高，此外汞燈源存在環保問題。由於 UV-LED 的發展，桌上型曝光系統的產品也在國外陸續發表。此種小型曝光機可在不佔太多空間的狀況

下，應用於印刷電路板(PCB)或半導體光刻基板的製作。傳統上照明系統是曝光機最關鍵的零組件之一，一般要求具有很好的照明均勻與準直性，能量利用率盡可能高，如果照明不均勻或光線準直度差，將導致被曝件轉換出來的線條寬度不均勻，甚至斷線等，對於電路板的電性影響甚鉅。而能量利用率高除了減少光能損耗外，也可加速生產時程。本文將針對 UV-LED 取代傳統照明系統的汞燈源的可行性作一系列的討論。

A conventional UV exposure system using a mercury lamp has several issues: large volume, high price, and environmentally unfriendly. With the development of ultra-violet light emitting diode (UV-LED), more and more desk-top exposure systems have been proposed. The UV-LED based desktop exposure machine can be readily applied in



the fabrication of printed circuit board (PCB) or semiconductor devices without a large space. For a conventional exposure system, the illumination sub-system plays a key role, and the basic requirements are high illumination uniformity, high collimation and as high an energy utilization efficiency as possible. If the output exposure beam is not uniform or does not provide enough collimation, the exposure device will face problems of non-uniformity in line-width and even broken lines, which seriously impacts the electrical function of a PCB. In addition, high energy utilization efficiency means less energy loss and higher throughput. This article will discuss the potential of using a UV-LED array to replace a mercury lamp.

其對紫外光吸收率需夠低。

但大部分設計只考慮到“準直”，對於均勻度的要求鮮少有人提出。因此設計一“LED 準直且光線分佈均勻化”的文獻不多，本背景所述為目前可蒐集到的相關資料。

若進一步要求“LED 高準直(± 2 度)、LED 光線分佈均勻度大於 90 %且曝光面積大”，則設計難度更高，此時機構設計與光路設計須同時考量。事實上，此種高準直、高均勻度與大面積的 LED 光路系統不只在 UV 波段有很高的需求，在其他波段需求度亦高。例如可應用於太陽能模擬系統(LED 準直後其準直度與頻譜分佈近似太陽光)[1]、生物組織之方向性刺激光源[2]、桌面上準直 UV 曝光系統(ITRI 機械所此刻正進行中)、可見光型 3D 全像顯示用背光源 (國內少數實驗室正嘗試進行)、缺陷檢測儀器與感測器[3]等的開發。以下分別敘述 LED 準直技術方面具有幾篇代表性的文章。

1. 前言

應用於 PCB 製作的曝光系統最常使用的光源波段大多在 365 nm 附近。因此 365 nm 的 UV-LED 在 LED 發展的歷史中是繼 1994 年藍光 LED 發表後最受矚目的 LED，UV-LED 的出現使得簡易型紫外線殺菌系統、曝光系統與檢測系統成為可能。而大功率 365 nm UV LED 的出現更使桌上型曝光系統的商品化提早實現。

以應用 UV-LED 光源於曝光系統為例，大部分設計者會考慮到 LED 光線的準直度。準直設計在可見光波段可採用折射或反射等幾何光學方式達成，其方法基本上亦適用於 365 nm UV LED。其差別只在材料的選擇需適用於紫外光波段，尤

最早專利之一以 Philips 於 2003 年提出專利 US 6547423 B2 最為著名[4] (圖 1(a))。由於 LED 發光源屬於面光源、朗伯分佈。LED 光線經過近光源面的封裝結構折射後，可分為兩類：一類出射角度在光源面的法線方向附近，此些光線經一折射曲面後，即為近似準直光線。另一類出射角度較大的光線，則先通過一反射面，進行光線準直。此種設計的優點尚可於最外層加一折射結構，將準直光線偏折到欲設計的方向(圖 1(b))。此設計的主要問題點在於中央折射面兩側縫隙過小，不利於加工。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】366期・102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