高功率LED固晶技術

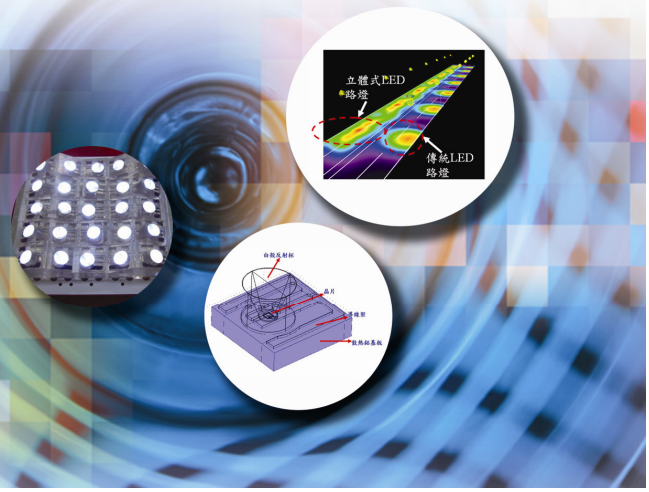
High power LED Die Bonding Technology

林建憲
工研院機械所
先進製造核心技術組
照明模組技術部
經理

林修任
工研院機械所
先進製造核心技術組
照明模組技術部

陳効義
工研院機械所
先進製造核心技術組
照明模組技術部

張崇仁
工研院機械所
先進製造核心技術組
照明模組技術部



關鍵詞

- 高功率　LED (High-Power LED)
- 固晶　Die Attachment
- 銀膠　Silver Paste
- 金錫合金　Au-Sn Alloy
- 低溫接合　Low Temperature Bonding

摘要

以往常用的銀膠固晶法，雖然其製程簡便產量高，但銀膠熱傳導係數極差，發光二極體將因銀膠而無法確實散熱，進而產生壽命減少與光電轉化效率下降等現象，另外銀膠高溫使用下易劣化，其接合強度亦低而不適用於高震動環境下(如車燈)；使用 AuSn 等金屬材料進行固晶，雖然接合層散熱性與接合強度皆因此而有所提升，發光二極體晶片將因接合溫過高而易產生破壞；目前兩種固晶法均有其優缺點，目前並無一固晶製程可完全取代對方，高散熱、高強度、低溫接合高溫使用與快速接合為 LED 固晶製程之要求。有鑑於目前銀膠之散熱不佳與 Au-20Sn 合金固晶之高溫接合等缺點，工研院機械所開發之低溫 LED 固晶技術(ITRI-Bond)可將金屬固晶溫度降低至 100℃以下，如此將可有效提升 LED 光源之可靠度與製作速度。

Since the polymer material has low heat conductivity, the LED which die bonding using silver paste cannot obtain desirable heat dissipation and bonding strength. The life and photoelectric conversion efficiency of the LED are reduced as well. On the other hand, LED which die bonding using metal material achieves better heat dissipation and heat resistance than the silver paste. A part of the metal bonding material has a high melting point, so that thermal stress easily remains on the LED die in die bonding process, which damages the die. ITRI-MSL

develops a low temperature LED die bonding technology which can progress proceed die bonding process under 100℃. This innovative die bonding technology can improve the reliability and yield of high power LED.

前言

若 LED 的界面溫度(Junction Temperature)過高，將會產生發光效率下降、操作壽命減短(界面溫度每上升 10℃，元件壽命減少一半)與元件色彩漂移等缺點，因此要使高功率 LED 發光效率達到 200lm/W，並打入照明市場 LED 散熱問題絕對需要妥善解決。從 1W LED 封裝體結構與熱阻分析圖(見圖一)來看，目前 LED 封裝體散熱的主要瓶頸有二：其中之一爲磊晶用藍寶石(Sapphire)基板，另一瓶頸爲銀膠固晶處，其中又以銀膠固晶處最爲嚴重(銀膠熱傳導係數僅 0.5-1.5W/m-k)，其熱阻高達 10℃/W(搭配高功率 LED，整體熱阻將因此倍數成長)。針對藍寶石基板，CREE 與 Philips Lumileds 等國際大廠提出以 Thin-GaN LED 或 Flip-Chip LED 等繁複製程來解決藍寶石基板所造成的散熱瓶頸；因銀膠固晶處所產生的散熱瓶頸，目前則以 Au-20Sn 共晶固晶製程來解決。透過 Au-20Sn 合金進行 LED 固晶製程，雖然接合層之散熱性與接合強度皆因使用金屬接合而有所提升，但發光二極體晶片卻將因接合溫過高(接合溫度高於 330℃)而易產生破壞。另外以 Au-Sn 合金進行固晶尚有產能極低、成功率不高與週邊高分子材料易損壞等缺點；若單純改以低熔點之金屬做爲固晶材料，雖然接合溫度降低，但在一般 LED 的操作環境下(約 70-80℃)，由於接合層熔點較低，接合層材料將因原子的快速擴散，而有材料軟化現象的產生，接點可靠度將因此而大幅下降。目前市面上兩種固晶法(金屬膠體接合與金屬接合)均有其優缺點，目前並無一固晶製程可完全取代對方，高散熱、高強度、低溫接合、可高溫使用與快速接合爲高功率 LED 固晶技術之發展趨勢。

現有固晶技術介紹

一般來說，發光二極體裸晶需經過固晶、打線、封膠及商品分類等封裝步驟，發光二極體裸晶晶片才可商品化至客戶端。目前常用之固晶材質是可分爲兩大類，第一類爲高分子導電膠材，第二類則爲金屬銲接材料。圖二所示爲使用第一類固晶材質之 LED 示意圖，其固晶方式是將晶粒藉由銀膠與基板

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