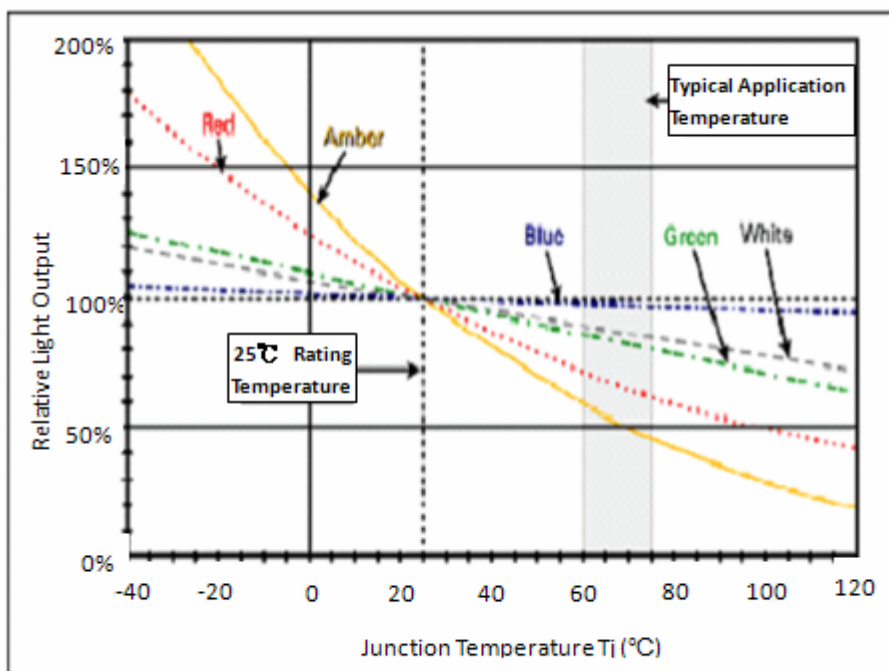


要点提示:

- 散热途径分析
- LED 散热基板分析
- LED 陶瓷散热基板介绍与趋势
- 国际大厂 LED 散热发展近况

一般而言, LED 发光时所产生的热能若无法导出, 将导致 LED 结面温度上升, 进而影响 LED 产品生命周期、发光效率、稳定性, 而 LED 结面温度、发光效率及寿命之间的关系, 以下将利用关系图作进一步说明。

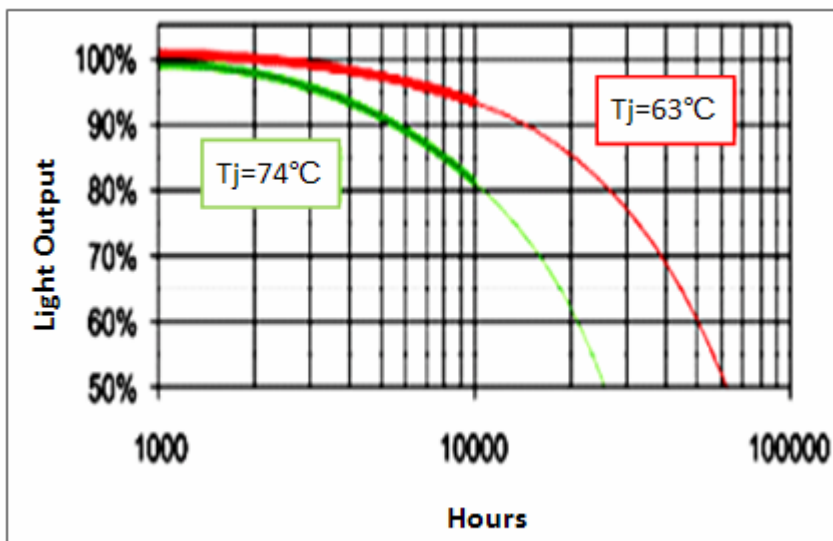
图一为 LED 结面温度与发光效率之关系图, 当结面温度由 25°C 上升至 100°C 时, 其发光效率将会衰退 20% 到 75% 不等, 其中又以黄色光衰退 75% 最为严重。此外, 当 LED 的操作环境温度愈高, 其产寿命亦愈低(如图二所示), 当操作温度由 63°C 升到 74°C 时, LED 平均寿命将会减少 3/4。因此, 要提升 LED 的发光效率, LED 系统的热散管理与设计便成为了一重要课题, 在了解 LED 散热问题之前, 必须先了解其散热途径, 进而针对散热瓶颈进行改善。



圖一 結面溫度與發光效率之關係圖 (Source: PNNL)

进入 LED 照明电源社区, 参与 LED 照明电源、LED 驱动电路、LED 驱动 IC 相关技术讨论
<http://www.cntronics.com/public/club/ledindex>





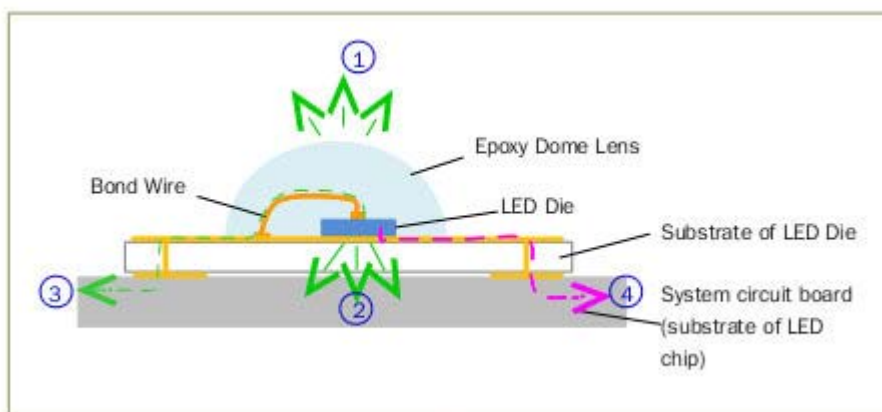
圖二 LED 溫度與壽命關係圖 (Source: Lighting Research Center)

散热途径

依据不同的封装技术，其散热方法亦有所不同，图三展示了 LED 各种散热途径：

- 1.从空气中散热
- 2.热能直接由电路板导出
- 3.经由金线将热能导出
- 4.若为共晶及 Flip chip 制程，热能将经由通孔至系统电路板而导出

一般而言，LED 晶粒(Die)以打金线、共晶或覆晶方式连结于其基板上(Substrate of LED Die)而形成一个 LED 晶片(chip)，而后再将 LED 晶片固定于系统的电路板上(System circuit board)。因此，LED 可能的散热途径为直接从空气中散热(如图三途径 1 所示)，或经由 LED 晶粒基板至系统电路板再到大气环境。而散热由系统电路板至大气环境的速率取决于整个发光灯具或系统之设计。



然而，现阶段的整个系统之散热瓶颈，多数发生在将热量从 LED 晶粒传导至其基板再到系

进入 LED 照明电源社区，参与 LED 照明电源、LED 驱动电路、LED 驱动 IC 相关技术讨论

<http://www.cntronics.com/public/club/ledindex>

统电路板为主。此部分的可能散热途径：其一为直接藉由晶粒基板散热至系统电路板(如图三途径 2 所示)，在此散热途径里，其 LED 晶粒基板材料的热散能力即为相当重要的参数。另一方面，LED 所产生的热亦会经由电极金属导线而至系统电路板，一般而言，利用金线方式做电极接合下，散热受金属线本身较细长之几何形状而受限(如图三途径 3 所示)；因此，近来即有共晶(Eutectic)或覆晶(Flipchip)接合方式，此设计大幅减少导线长度，并大幅增加导线截面积，如此一来，藉由 LED 电极导线至系统电路板之散热效率将有效提升(如图三途径 4 所示)。

经由以上散热途径解释，可得知散热基板材料的选择与其 LED 晶粒的封装方式于 LED 热散管理上占了极重要的一环，后段将针对 LED 散热基板做概略说明。

LED 散热基板

LED 散热基板主要是利用其散热基板材料本身具有较佳的热传导性，将热源从 LED 晶粒导出。因此，我们从 LED 散热途径叙述中，可将 LED 散热基板细分两大类，分别为 LED 晶粒基板与系统电路板，此两种不同的散热基板分别承载着 LED 晶粒与 LED 晶片将 LED 晶粒发光时所产生的热能，经由 LED 晶粒散热基板至系统电路板，而后由大气环境吸收，以达到热散之效果。

➤ 系统电路板

系统电路板主要是作为 LED 散热系统中，最后将热能导至散热鳍片、外壳或大气中的材料。近年来印刷电路板(PCB)的生产技术已非常纯熟，早期 LED 产品的系统电路板多以 PCB 为主，但随着高功率 LED 的需求增加，PCB 之材料散热能力有限，使其无法应用于其高功率产品，为了改善高功率 LED 散热问题，近期已发展出高热导系数铝基板(MCPCB)，利用金属材料散热特性较佳的特色，已达到高功率产品散热的目的。然而随着 LED 亮度与效能要求的持续发展，尽管系统电路板能将 LED 晶片所产生的热有效的散热到大气环境，但是 LED 晶粒所产生的热能却无法有效的从晶粒传导至系统电路板，异言之，**当 LED 功率往更高效提升时，整个 LED 的散热瓶颈将出现在 LED 晶粒散热基板**，下段文章将针对 LED 晶粒基板做更深入的探讨。

➤ 晶粒基板

LED 晶粒基板主要是作为 LED 晶粒与系统电路板之间热能导出的媒介，藉由打线、共晶或覆晶的制程与 LED 晶粒结合。而基于散热考量，目前市面上 LED 晶粒基板主要以陶瓷基板为主，以线路制备方法不同约略可区分为：厚膜陶瓷基板、低温共烧多层陶瓷、以及薄膜陶瓷基板三种，在传统高功率 LED 元件，多以厚膜或低温共烧陶瓷基板作为晶粒散热基板，再以打金线方式将 LED 晶粒与陶瓷基板结合。如前言所述，此金线连结限制了热量沿电极接点散失之效能。因此，近年来，国内外大厂无不朝向解决此问题而努力。其解决方式有二，其一为寻找高散热系数之基板材料，以取代氧化铝，包含了砷基板、碳化砷基板、阳极化铝基板或氮化铝基板，其中砷及碳化砷基板之材料半导体特性，使其现阶段遇到较严苛的考验，而阳极化铝基板则因其阳极化氧化层强度不足而容易因碎裂导致导通，使其在实际应用上受限，因而，现阶段较成熟且普通接受度较高的即为以氮化铝作为散热基板；然而，目前受限于氮化铝基板不适用传统厚膜制程(材料在银胶印刷后须经 850℃ 大气热处理，使其出现材

[进入 LED 照明电源社区，参与 LED 照明电源、LED 驱动电路、LED 驱动 IC 相关技术讨论](http://www.cntronics.com/public/club/ledindex)
<http://www.cntronics.com/public/club/ledindex>

料信赖性问题), 因此, 氮化铝基板线路需以薄膜制程制备。以薄膜制程制备之氮化铝基板大幅加速了热量从 LED 晶粒经由基板材料至系统电路板的效能, 因此大幅降低热量由 LED 晶粒经由金属线至系统电路板的负担, 进而达到高热散的效果。

另一种热散的解决方案为将 LED 晶粒与其基板以共晶或覆晶的方式连结, 如此一来, 大幅增加经由电极导线至系统电路板之散热效率。然而此制程对于基板的布线精确度与基板线路表面平整度要求极高, 这使得厚膜及低温共烧陶瓷基板的精准度受制程网版张网问题及烧结收缩比例问题而不敷使用。现阶段多以导入薄膜陶瓷基板, 以解决此问题。薄膜陶瓷基板以黄光微影方式制备电路, 辅以电镀或化学镀方式增加线路厚度, 使得其产品具有高线路精确度与高平整度的特性。共晶/覆晶制程辅以薄膜陶瓷散热基板势必将大幅提升 LED 的发光功率与产品寿命。

近年来, 由于铝基板的开发, 使得系统电路板的散热问题逐渐获得改善, 甚而逐渐往可挠曲之软式电路板开发。另一方面, LED 晶粒基板亦逐步朝向降低其热阻方向努力, 下表一即为目前台湾常见的系统电路板以及 LED 晶粒基板种类与主要供应商:

表一 LED 散热基板种类及其主要供应商

基板种类		特色	主要供应商
系统 电路板	硬式印刷电路板	<ul style="list-style-type: none"> 技术纯熟, 具有线路 layout 上的优势 散热性不佳且尺寸大 仅适合使用于低功率产品 	佳总、競國、雅新
	软式印刷电路板	<ul style="list-style-type: none"> 重量轻、可挠性、厚度薄 传导率约为 2~3W/mK 	聚鼎、新扬科
	高热导系数铝基板	<ul style="list-style-type: none"> 将印刷电路板下层改为铝材料, 形成铝基板 传导率约为 1~2.2W/mK 适用于高功率 LED 产品 	聯茂、聚鼎、佳总、先豐
	DCB	<ul style="list-style-type: none"> 热传导率高, 约 200~800W/mK、导热性好 制程困难度高, 不容易量产 	工研院材化所
LED 晶粒 基板	陶瓷基板 (Al ₂ O ₃ / AlN)	<ul style="list-style-type: none"> 散热性佳, 热传导率约 24~170W/mK 厚度薄、尺寸小 使用寿命长、可抗腐蚀、耐高温、物理特性稳定 适用于高功率 LED 	九豪、瓊司柏、同欣、禾伸堂、鉸鑫
	薄膜陶瓷基板	<ul style="list-style-type: none"> 最大操作温度可达 800°C, 适合于高操作温度与制程温度的环境 散热性佳, 热传导系数约 24~170W/mK 	瓊司柏、同欣

进入 LED 照明电源社区, 参与 LED 照明电源、LED 驱动电路、LED 驱动 IC 相关技术讨论
<http://www.cntronics.com/public/club/ledindex>

LED 陶瓷散热基板介绍

如何降低 LED 晶粒陶瓷散热基板的热阻为目前提升 LED 发光效率最主要的课题之一，若依其线路制作方法可区分为厚膜陶瓷基板、低温共烧多层陶瓷、以及薄膜陶瓷基板三种，分别说明如下：

➤ 厚膜陶瓷基板

厚膜陶瓷基板乃采用网印技术生产，藉由刮刀将材料印制于基板上，经过干燥、烧结、雷射等步骤而成，目前台湾厚膜陶瓷基板主要制造商为禾伸堂、九豪等公司。一般而言，网印方式制作的线路因为网版张网问题，容易产生线路粗糙、对位不精准的现象。因此，对于未来尺寸要求越来越小，线路越来越精细的高功率 LED 产品，亦或是要求对位准确的共晶或覆晶制程生产的 LED 产品而言，厚膜陶瓷基板的精确度已逐渐不敷使用。

➤ 低温共烧多层陶瓷

低温共烧多层陶瓷技术，以陶瓷作为基板材料，将线路利用网印方式印刷于基板上，再整合多层的陶瓷基板，最后透过低温烧结而成，而其台湾主要制造商有璟德电子、鉍鑫等公司。而低温共烧多层陶瓷基板之金属线路层亦是利用网印制程制成，同样有可能因张网问题造成对位误差，此外，多层陶瓷叠压烧结后，还会考量其收缩比例的问题。因此，若将低温共烧多层陶瓷使用于要求线路对位精准的共晶/覆晶 LED 产品，将更显严苛。

➤ 薄膜陶瓷基板

为了改善厚膜制程张网问题，以及多层叠压烧结后收缩比例问题，近来发展出薄膜陶瓷基板作为 LED 晶粒的散热基板。薄膜散热基板乃运用溅镀、电/电化学沉积、以及黄光微影制程制作而成，具备：

(1)低温制程(300℃以下)，避免了高温材料破坏或尺寸变异的可能性；

(2)使用黄光微影制程，让基板上的线路更加精确；

(3)金属线路不易脱落…等特点，因此薄膜陶瓷基板适用于高功率、小尺寸、高亮度的 LED，以及要求对位精确性高的共晶/覆晶封装制程。而目前台湾主要以瑗司柏电子与同欣电等公司，具备了专业薄膜陶瓷基板生产能力。

国际大厂 LED 产品发展趋势

目前 LED 产品发展的趋势，可从 LED 各封装大厂近期所发表的 LED 产品功率和尺寸观察得知，高功率、小尺寸的产品为目前 LED 产业的发展重点，且均使用陶瓷散热基板作为其 LED 晶粒散热的途径。因此，陶瓷散热基板在高功率，小尺寸的 LED 产品结构上，已成为相当重要的一环，以下表二即为国内外主要之 LED 产品发展近况与产品类别作简单的汇整。

进入 LED 照明电源社区，参与 LED 照明电源、LED 驱动电路、LED 驱动 IC 相关技术讨论
<http://www.cntronics.com/public/club/ledindex>

表二 國內外主要之 LED 產品發展近況與產品類別		
製造商	LED 產品發展近況	產品圖片
Cree	Cree 近期推出高效率的照明產品 XLamp® XP series 即為使用陶瓷基板作為散熱基板。	 XLamp® XP-G
Osram	Osram 近期發表高功率小尺寸 OSLOM series 以及 SMD chip 產品皆採用陶瓷散熱基板。	 OSLOM series
Philips Lumileds	Philips Lumileds Lighting LED 近期發表產品，即有兩個系列採用陶瓷基板材料作為散熱基板。	 Reble Series
Nichia	Nichia 預計於今年提出高功率產品，其產品也將使用陶瓷基板作散熱基板材質。	 119 series
億光	億光近期推出的炫表面黏著型高功率 LED 元件系列、Flash LED 與 SMD LED 產品，均以陶瓷基板作為其 LED 晶粒散熱材質	 炫系列
艾笛森	艾笛森近期發表之產品均以小尺寸、高功率產品為主，包括 Flash series & Federal series，亦都以陶瓷基板作為底材。	 Federal Series

结论

要提升 LED 发光效率与使用寿命，解决 LED 产品散热问题即为现阶段最重要的课题之一，LED 产业的发展亦是以高功率、高亮度、小尺寸 LED 产品为其发展重点，因此，提供具有其高散热性，精密尺寸的散热基板，也成为未来在 LED 散热基板发展的趋势。

现阶段以氮化铝基板取代氧化铝基板，或是以共晶或覆晶制程取代打金线的晶粒/基板结合方式来达到提升 LED 发光效率为开发主流。在此发展趋势下，对散热基板本身的线路对位精确度要求极为严苛，且需具有高散热性、小尺寸、金属线路附着性佳等特色，因此，利用黄光微影制作薄膜陶瓷散热基板，将成为促进 LED 不断往高功率提升的重要触媒之一。

作者：瑗司柏电子股份有限公司 研发处协理 余河洁 行销处产品应用工程师 游慧茹

进入 LED 照明电源社区，参与 LED 照明电源、LED 驱动电路、LED 驱动 IC 相关技术讨论
<http://www.cntronics.com/public/club/ledindex>