

中国 LED 封装陶瓷基板发展现状

2016-08-08

封装基板作为 LED 重要构件随着 LED 芯片技术的发展也在发生变化,目前 LED 散热基板主要使用金属与陶瓷基板。金属基板以铝或铜为材料,由于技术成熟,且具成本优势,目前为一般 LED 产品所采用。而陶瓷基板线路对位精确度高,为业界公认导热与散热性能极佳材料,是目前高功率 LED 散热最适方案,被包括 Cree、欧司朗等国际大厂和国内瑞丰、国星等领先企业导入产品。

目前陶瓷基板在国内外均有小规模生产,其未来产业化前景将受到芯片封装方式的影响,随着未来 LED 芯片封装向倒装或垂直技术方向发展,陶瓷基板将前景可期。

1 陶瓷基板主要用于高功率 LED

LED 的散热会对 LED 芯片的效率、寿命、可靠性等产生重要影响,这就要求 LED 封装具有良好的散热能力。因此,作为 LED 重要构件的封装基板不仅是载片的作用,更是散热的重要通道之一,它的结构和材料在散热过程中起着关键的作用。随着 LED 芯片技术的发展,LED 产品的封装结构从引脚式封装结构到表面贴装式(SMD)封装结构再到功率型封装结构,LED 的封装基板也从传统的玻璃环氧树脂,发展到如今主流的金属材料,而近年来陶瓷基板的出现,对铝基板的地位形成了一定的冲击。

目前,LED 散热基板主要使用金属与陶瓷基板。金属基板以铝或铜为材料,由于技术成熟,且具成本优势,目前为一般 LED 产品所采用。而陶瓷基板线路对位精确度高,为业界公认导热与散热性能极佳材料,是目前高功率 LED 散热最适方案,虽然成本比金属基板来得高,但照明要求的散热性及稳定性高于笔记本电脑、电视等电子产品,因此,包括 Cree、欧司朗、飞利浦及日亚化等国际大厂,都使用陶瓷基板作为 LED 晶粒散热材质。国内瑞丰、国星、鸿利、晶科、英特莱等都有导入陶瓷封装。

由于高分子绝缘材料的导热系数较低，同时耐热性能较差，如果要提高铝金属基板整体导热性能及耐热性能，需要替换掉绝缘材料，但是绝缘材料的启用，使得同线路无法自傲铝金属基板之上布置，所以目前直接提高铝金属基板的导热系数还无法实现。而陶瓷散热基板，其具有新的导热材料和新的内部结构，以消除铝金属基板所具有的缺陷，从而改善基板的整体散热效果。下表为陶瓷散热基板与金属散热基板比较。

项目	陶瓷基板（氧化铝、氮化铝）	金属基板（铝、铜及其合金）
热导率W/M*K	2, 3-41/150-170	230-450不等(但综合热导率，约为陶瓷基板的1/10.)
绝缘性	好	差，需表面处理出一层绝缘膜
热稳定性	好	一般
自身热辐射能力	强	一般
价格	较高	不高
应用领域	大功率小尺寸LED应用较多	小功率大尺寸LED

表 1 陶瓷散热基板与金属散热基板比较

2 不同种类的陶瓷基板均有工艺瓶颈需要跨越

目前市场上的陶瓷散热基板种类很多，工艺也不尽相同，厂家根据 LED 产品的散热需要选择合适的散热基板，最终在散热性能和成本上达到最好的综合效果。

陶瓷散热基板根据材料分主要有氧化铝基板和氮化铝基板，根据结构分主要有单层基板和多层基板(两层)。现阶段较普遍的陶瓷散热基板种类共有 LTCC(低温共烧多层陶瓷基板)、HTCC(高温共烧多层陶瓷)、DBC(直接接合铜基板)、DPC(直接镀铜基板)四种，其中 HTCC 属于较早期发展之技术，但由于其较高的工艺温度(1300~1600℃)，使其电极材料

的选择受限，且制作成本相当昂贵，这些因素促使 LTCC 的发展，LTCC 虽然将共烧温度降至约 850℃，但其尺寸精确度、产品强度等技术上的问题尚待突破。而 DBC 与 DPC 则为近几年才开发成熟，且能量产化的专业技术，但对于许多人来说，此两项专业的工艺技术仍然很陌生，甚至可能将两者误解为同样的工艺。

DBC 是利用高温加热将 Al₂O₃ 与 Cu 板结合，其技术瓶颈在于不易解决 Al₂O₃ 与 Cu 板间微气孔产生之问题，这使得该产品的产能与良率受到较大的挑战，而 DPC 技术则是利用直接披覆技术，将 Cu 沉积于 Al₂O₃ 基板之上，该工艺结合了材料与薄膜工艺技术，其产品为近年最普遍使用的陶瓷散热基板，然而其材料控制与工艺技术整合能力要求较高，这使得跨入 DPC 产业并能稳定生产的技术门槛相对较高。

项目	LTCC	HTCC	DBC	DPC
热导率W/MK	氧化铝2-3	氧化铝16-24	氧化铝 20-26； 氮化铝130-220	氧化铝 20-26；氮 化铝130-220
工艺温度℃	850-1000	1300-1600	1050-1100	250-350
线路制作方式	印刷	印刷	微影工艺	微影工艺
表面金属材质	银、铜、金等	钨、钼、锰等	铜	铜
通孔填充方式	印刷	印刷	电镀或化学镀,焊 接	电镀或化学镀,焊 接
在LED上的运用	大功率大尺寸或小 功率产品	成本较高，很少用	存在工艺问题，有 一定市场	高功率LED领域使用 最广
优势	工艺成熟，成本低	相比HTCC产品强度 较高	对位精准，无烧结 收缩差异问题	对位精准，无烧结 收缩差异问题，可 制作最细10-50 μm 的线路
缺点	对位精度差，线路 表面粗糙	对位精度差，线路 表面粗糙，成本高	覆铜解析度太大， 需加工处理	

表 2 陶瓷散热基板特性比较

目前，国外的陶瓷基板生产厂家包括美国 Lamina 公司、杜邦公司，日本住友金属电子器件株式会社、日本友华公等，国内易美芯光、研创光电等企业也均有生产，其中康弛光电科技有限公司联合中科院上海硅酸盐研究所，历时两年共同研发并获得国家实用新型专利的全新 K9-H 陶瓷 LED 复合散热材料，成功应用于 LED 灯泡上并已于去年实现量产。

3 新型垂直和倒装芯片的封装需要使用陶瓷基板

硅衬底垂直芯片在封装时，一般采用陶瓷基板作为热导和电性载体，可以获得优越的热电效应。在倒装芯片封装时，可选取陶瓷基板作为热导和电性载体以获得优越的热电效应，当然也可以用金属铜作为基板，这主要取决于谁能更好的解决灯具的三人问题。目前中国 LED 芯片 95% 的主流应用市场为正装芯片，业内人士（映瑞光电科技（上海）有限公司技术副总张宇在上海“十三五”电子信息座谈会发言）认为“十三五”期间，国内 LED 用倒装和垂直芯片的需求量会稳步增长至目前下游应用市场的 20%-30%。

因此，倒装或垂直技术的发展对陶瓷基板来说，有着绝对的好处，并且陶瓷在未来的倒装或垂直封装工艺中将会更有优势。此外，在 1-5W 的功率范围内，陶瓷封装也会存有优势，例如 3535 这类的器件，可以直接 Molding，用聚光杯将它 Molding 在陶瓷基板上。封装方式的改变，进而引发基板材料的变化，因此倒装芯片的封装方式或许也将引发一场新一代配套基板材料的变革。

4 陶瓷基板未来成本有待压缩，前景可期

当前导致基板市场价格各异的主要因素，是其采用原材料的差异。例如目前市场主要分为铝基板、陶瓷基板及铜基板，同时在普通铝基板的基础上，当前市场又逐步延生出镜面铝基板。铝基、陶瓷基、铜基三者相比，应该是铜基价格最贵，但是目前市面上铜基板已不多见，其因价格过高，导致性价比偏低。陶瓷基比铝基略贵，并且当前市面上应用最多的应为铝基，但是目前市面上均在研发陶瓷基板，其成本也在逐步下降。目前，铝基板约为 400 元每平方米，铜基板约为 800-900 元每平方米，纯陶瓷基板约为 500 元每平方米，印上银电路后为 1000 元每平方米，价格略高。

08年前后，当国内封装企业刚涉足显示及背光领域的时候，科锐的大功率陶瓷封装光源横空出世，当时在国内也掀起一阵投身大功率陶瓷封装的浪潮，此后投身其中的各大国内封装企业均以失败告终，主要原因包括：国产封装技术的不成熟、原材料陶瓷基板依赖进口供货难，以及品牌知名度的欠缺。进入 2015 年以来，随着国产倒装芯片的逐步成熟，对陶瓷基板的市场需求扩大。此外，材料成本的大幅下跌以及国内生产陶瓷基板企业的增多，对于国内陶瓷封装从业者而言，似乎又看到了久违的春天。与此同时，伴随着 CSP 技术而催生的新兴市场，除去原有的传统户外照明市场及强光手电筒市场外，大功率陶瓷封装也开始向汽车大灯、Flash LED、紫外 LED 等领域逐步渗透。因而，其前景看来十分值得期待。

参考文献

- 1、杨静林.陶瓷基板前景可期[J].LED 好产品，2015 年 3 月刊(总第 63 期)
- 2、徐恒.LED 芯片技术创新从工艺材料出发.中国电子报、电子信息产业网，2013.10.29
- 3、LED 芯片常用衬底材料选用比较.<http://www.21ic.com/app/opto/201205/119769.htm>，2011-05-24
- 4、高慧莹.国内 LED 衬底材料的应用现状及发展趋势.电子工业专用设备，2011.7