



26 de Outubro de 2017

Boletim Informativo Celera Fibras

Os desafios do Gerenciamento Térmico nos Chip-Scale LEDs

A razão principal pela qual os LEDs são vendidos como um produto encapsulado é sua proteção mecânica. Os encapsulamentos padronizados também tornam muito mais fácil para os fabricantes trabalhar com LEDs em linhas de produção. No entanto, há outra consideração muito importante: os LEDs têm apenas em torno de 40% de eficiência, isso significa que 60% da potência aplicada a um LED será convertida e liberada como calor.

Como em qualquer outro dispositivo eletrônico o excesso de calor pode causar sérios danos, portanto este precisa ser removido o mais rápido possível.

É aí que entra a gestão térmica.

À medida que os LEDs aumentam a potência enquanto reduzem o tamanho, o gerenciamento térmico torna-se um aspecto cada vez mais crítico. A indústria de iluminação de estado sólido (SSL) há muito lida com os desafios térmicos dos LEDs de média e alta potência, mas a última inovação para os chip-scale package (CSP) introduziu toda uma nova gama de desafios de design térmico.

Evolução do encapsulamento de LED

Os primeiros LEDs usavam o encapsulamento de resina de cristal na qual a junção era montada dentro de uma lente de epóxi. A lente com os eletrodos positivo e negativo em seu interior eram então empurrados através de perfurações em uma placa de circuito impresso (PCB) e soldados no lugar.



Figura 1. LEDs encapsulados com resina de cristal.

Este tipo de encapsulamento foi onipresente ao longo do desenvolvimento inicial de LEDs e ainda é utilizado atualmente para aplicações como indicadores de energia.

Com uma automação cada vez maior, os fabricantes precisavam de LEDs capazes de serem facilmente montados na superfície, particularmente para aplicações de iluminação de fundo para TVs e monitores, o que levou ao desenvolvimento de LEDs de suporte de chips plásticos (plastic leaded chip carrier-PLCC) - LEDs de baixa e média potência.

Esses LEDs PLCC padronizados foram vítimas de seu próprio sucesso, pois foram fabricados em volumes tão altos que houve um excesso maciço de oferta com repercussões que reverberam em torno da indústria de LEDs até hoje.

Um efeito colateral desse excesso de oferta foi que os fabricantes de LEDs tiveram que procurar novos mercados para vender seus LEDs PLCC, particularmente o mercado emergente de iluminação geral.



Figura 2. Os LED de média potência ganharam força em aplicações de iluminação geral a começar por lâmpadas de substituição.

Os LEDs PLCC de potência média se adequavam facilmente à substituição de aplicações de iluminação por bulbos e filamentos, o que, por sua vez, ajudou a baixar os preços da iluminação LED para o consumidor final.

Novos regulamentos que baniam tecnologias de iluminação ineficientes, como a iluminação incandescente, ajudaram a criar o ambiente perfeito para que a tecnologia LED tivesse um crescimento exponencial e serviram como grande empurrão para os fabricantes de LEDs que estavam com grandes estoques de LEDs parados, prontos para serem comercializados.

LEDs de alta potência

À medida que o mercado se desenvolveu, a necessidade de dispositivos menores e de maior potência para aplicações como luzes e faróis automotivos cresceu. Isso, por sua vez, apresentou um novo desafio para os fabricantes de LEDs, como manter a junção do LED a temperaturas baixas o suficiente para operar eficientemente.

Os projetos de PLCC não eram termicamente condutores o suficiente para realizar tal tarefa, e enquanto os projetos de LEDs encapsulados por resinas eram termicamente eficazes, eles não eram feitos para serem fixados diretamente sobre superfícies, e assim sendo, não tinham escalabilidade.

A indústria voltou-se para a montagem de LEDs encapsulados, em montagens termicamente condutoras, mas isoladas eletricamente. Estes substratos eram feitos de alumina (Al₂O₃) ou nitreto de alumínio (AlN) e ofereceram a capacidade de espalhamento de calor necessária, mantendo a facilidade de montagem na superfície.

Estes LEDs de alta potência (HP LEDs) forneceram a solução perfeita, exceto por uma desvantagem significativa: custo.

O dilema que a indústria enfrentou foi como reduzir o custo dos LEDs de média e alta potência sem comprometer os requisitos térmicos e as vantagens dos SMT obtidas usando embalagens padronizadas.

De LEDs encapsulados com substratos cerâmicos para CSP

A indústria geral de semicondutores lidou com um desafio semelhante há algum tempo atrás, mudando para uma tecnologia de encapsulamento na escala de chips. Para fazer um LED CSP, as junções p e n na base de uma estrutura de flip-chip são metalizadas e a parte superior e os lados são cobertos com fósforo.

A Fig. 3 representa as diferentes arquiteturas dos LEDs. O CSP acabado não deve ser maior do que 20% que o próprio chip para se qualificar como um CSP (o próximo nível é a estrutura wafer-level, WLP, onde o encapsulamento deve ser do mesmo tamanho que o chip).

Claramente, os elementos do LED tradicional de média e alta potência tiveram que ser removidos para encolher ao tamanho de um LED CSP. Para LEDs HP, o substrato de cerâmica e a lente tiveram que ser eliminados e, para PLCC, foi o revestimento de chip inteiro que foi eliminado.

Para LEDs de PLCC de média potência, perder o revestimento do chip não era um problema e, por esse motivo, os CSPs de potência média operaram alegremente em aplicações de iluminação por vários anos.

Em 2015, a Lumileds introduziu um CSP branco e começou a empurrar a tecnologia para aplicações de iluminação geral.

Eles foram seguidos por outros fabricantes, como Samsung, Seoul Semiconductor e Nichia.

O mercado foi (e permanece) fluido e diferentes fabricantes têm visões concorrentes de como o mercado se desenvolverá.

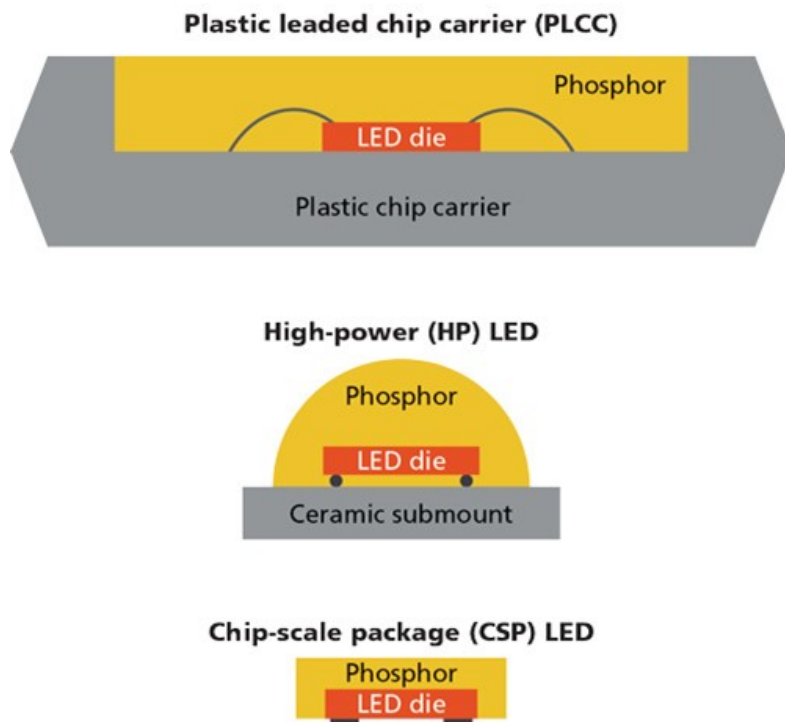


Figura 3. As estruturas dos LEDs de média potência, LEDs de alta potência e LEDs CSP diferem consideravelmente.

A Samsung venderá matrizes de quatro ou mais CSPs unidas, e Seoul optou pelo termo wafer-level integrated chip em PCB (WICOP), enquanto Nichia marcou seus CSPs como direct mountable chips (DMC) e apenas eles emitem luz da superfície superior, reduzindo a diafonia.

Essas diferentes abordagens tornam o mercado muito dinâmico, a estimativa de analistas do setor são de que até 34% de todos os LEDs serão CSPs até 2020. Os produtos estão encontrando uma enorme variedade de aplicações, incluindo luzes de iluminação pública (Fig. 4).



Figura 4. LEDs CSP estão sendo implantados em aplicações de iluminação externa.

Oportunidades e desafios do CSP

Os benefícios da abordagem CSP não estão em dúvida. Além de serem menores, eles são mais baratos de serem produzidos. Tudo isso, enquanto os CSPs ainda são capazes de passar por linhas de montagem padrão de PCB de tecnologia de montagem em superfície (surface-mount technology-SMT) para que os produtos possam ser usados como substituições diretas para LEDs PLCC e HP cerâmicos. Os CSPs permitem integradores de nível 2 (que tendem a executar linhas de montagem de PCB para criar módulos com LEDs encapsulados) para aproveitar muitos dos benefícios, geralmente, apenas oferecidos aos integradores que trabalham com os fabricantes chip-on-board (COB).

Isso não é apenas sobre o custo, embora isso seja claramente um fator, mas também sobre a capacidade. Para montagem direta sobre superfície, o LED sem revestimento requer instalações especiais com salas limpas, enquanto os LEDs CSP podem ser instalados em uma linha de montagem padrão de PCB. A flexibilidade abre os benefícios dos LEDs CSP para toda a base de fabricação do Nível 2 e fornece uma alternativa econômica aos LEDs padrão encapsulados.

Um benefício interessante de CSPs ser tão pequeno é a capacidade de colocá-los muito próximos para criar módulos extremamente poderosos. A desvantagem é que grupos tão próximos, combinados com LEDs de alta potência e a falta de uma camada de cerâmica que espalha o calor, resulta em muito calor concentrado. O desafio térmico que havia sido atenuado pelos fabricantes de embalagens de LEDs com subprodutos de cerâmica agora caiu diretamente no colo dos integradores do Nível 2. A única opção aberta aos integradores de Nível 2 foi montar LEDs CSP em uma PCB com melhor desempenho térmico.

Na melhor das hipóteses, essa abordagem para a fabricação de MCPCB resulta em uma condutividade térmica de cerca de 100 W/mK geralmente consideravelmente menor.

Embora esta performance seja perfeitamente aceitável para a maioria dos módulos LED, o desafio com CSPs é agravado pela forma como conduzem o calor.

Os CSPs são uma fonte de calor pontual seu tamanho pequeno e alta temperatura significam que eles saturam rapidamente qualquer substrato que não tenha a condutividade térmica suficiente, deixando o LED vulnerável ao superaquecimento. O custo de não entregar uma condutividade térmica adequada e de deixar o LED superaquecer é uma vida útil reduzida, confiabilidade reduzida, má qualidade da luz e finalmente, falha catastrófica. Claramente, há uma exigência para uma solução de gerenciamento térmico no nível da placa que possa lidar com o perfil térmico dos CSPs sem adicionar muito custo, mantendo a manufacturabilidade e a capacidade de usar linhas de montagem padrão de PCB.

Existe uma alternativa ao processo padrão de criação de uma MCPCB usando um processo de oxidação eletroquímica patenteada (ECO). Por exemplo, Cambridge Nanotherm converte a superfície do alumínio em uma camada de cerâmica termicamente condutora, mas eletricamente isolante. Como esta camada de Al₂O₃ tem alto isolamento elétrico, ela só precisa ser de dezenas de microns de espessura para oferecer uma força dielétrica suficiente para atender a maioria dos requisitos. Esta combinação de um dielétrico excepcionalmente fino com alta condutividade térmica confere à nanocerâmica uma condutividade térmica excepcionalmente alta. Com uma camada fina de epóxi para fixar a camada de circuito de cobre, a Nanotherm LC vem com uma condutividade térmica de 115 W/mK, ideal para módulos e matrizes LED CSP de alta densidade.

Conclusão

Enquanto os LEDs CSP continuam a ganhar força na indústria, sua aceitação será necessariamente limitada por fatores térmicos, a menos que a indústria adote um novo tipo de gerenciamento térmico. Dada a enorme oportunidade de diferenciação e redução de custos através de LEDs CSP, não há dúvida de que a indústria responderá com soluções adequadamente inovadoras.

E a este respeito, as nanocerâmicas estão liderando a corrida.

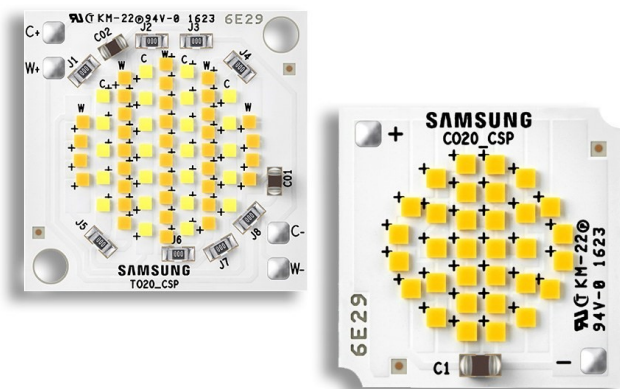


Figura 5. Layout dos módulos LED baseados em chip-scale package (CSP) da Samsung.

É necessária uma nova abordagem térmica

A indústria de LEDs usa placas termicamente eficientes chamadas metal-clad (MCPCBs) para a maioria dos módulos e arranjos.

As MCPCB são tipicamente construídas a partir de uma placa de alumínio (ocasionalmente cobre), geralmente com cerca de 1,5 mm de espessura, com uma fina camada de cobre, colada com um epóxi dielétrico. Este epóxi é preenchido com partículas de um material termicamente condutor para aumentar o seu desempenho térmico sem impactar as propriedades de isolamento elétrico do material.

CELERA
Passion for Technique

Contato :

Site: www.celerafibras.com.br

Telefone: + 55 19 3212-0965

E-mail: info@celerafibras.com.br