

Tecnica a efficienza termica per i package dei LED ad alta potenza

La modellazione basata sul calcolo fluidodinamico fornisce ottimi risultati

Oon Siang Ling
Optoelectronic Product Division
Avago Technologies, Penang (Malaysia)

I LED ad alta potenza ed elevata luminosità si stanno diffondendo in una quantità crescente di applicazioni di illuminazione, grazie alle loro caratteristiche di eccellente saturazione del colore e lunga durata. A questo punto, la capacità di evitare il surriscaldamento dei LED è il problema più pressante per i progettisti termici. Pertanto, la modellazione dei componenti LED basata sul calcolo fluidodinamico (CFD) sta diventando sempre più importante nel processo di progettazione delle applicazioni. L'articolo confronta i risultati di un esperimento utilizzando un package per LED ad alta potenza su un circuito stampato ad anima metallica (Mcpcb) a forma di stella con e senza dissipatore termico.

Dopo la discussione su tale confronto, viene descritta una tecnica di modellazione termica dei packaging per LED con l'uso di un dissipatore termico. I risultati della modellazione CFD sono promettenti e dimostrano che questa tecnica può essere utilizzata con successo per la valutazione dei LED a livello di sistema. L'articolo discute inoltre gli effetti dell'uso di materiali di interfaccia termica in un package per LED.



Fig. 1 – Package per LED a stella

Previsione delle prestazioni termiche

Essere in grado di predire le prestazioni termiche dei LED sta diventando una necessità, dato il suo contributo alla riduzione del time-to-market. Tuttavia, a causa del crescente flusso termico e della densità dei package sempre più elevata, la dissipazione termica del modulo che costituisce il package dei LED sta diventando sempre più impegnativa, mentre l'analisi e la progettazione termica dei moduli LED acquistano un'importanza crescente. Di conseguenza, la simulazione CFD è diventata un metodo ampiamente utilizzato per

l'analisi termica dei prodotti elettronici nelle prime fasi della progettazione. La modellazione CFD riguarda la simulazione numerica del flusso fluido, del trasferimento termico e di altri processi correlati, come l'irraggiamento.

L'articolo presenta il lavoro svolto per creare un package a stella per LED di potenza con dissipatore. In primo luogo, viene creato il modello dettagliato di un substrato package-on-star per LED, quindi viene creato un dissipatore termico alla base del package a stella per LED. Infine, questi dati di simulazione vengono confrontati con i dati sperimentali. Un'altra area di interesse riguarda gli effetti dei materiali di interfaccia termica (TIM) sul package per LED. L'obiettivo è ottenere le caratteristiche TIM con spessori diversi delle linee di saldatura (BLT) e mostrare la percentuale di vuoto intrappolato all'interno dei TIM.

Tecnica di modellazione termica

Il package per LED, un substrato a stella (Mcpcb), è stato modellato utilizzando Flotherm, un tool CFD della Mechanical Analysis Division di

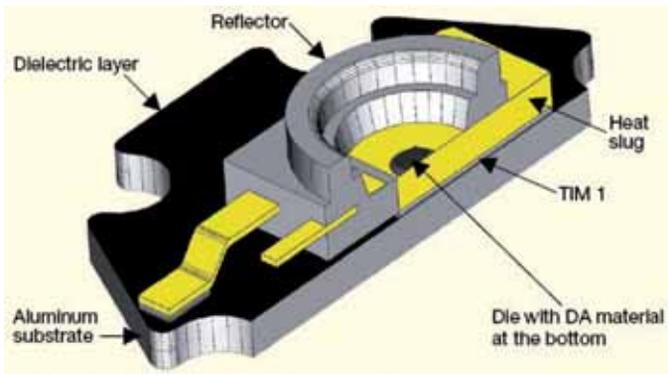


Fig. 2a – Sezione trasversale 3D di un package per LED a stella

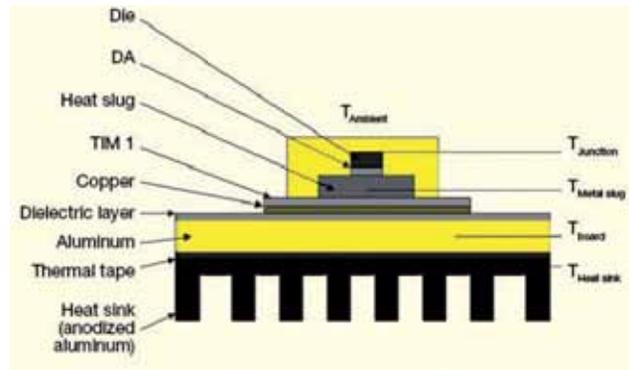


Fig. 2b - Sezione trasversale 2D di un package per LED a stella con dissipatore

Mentor Graphics (in precedenza Flomerics). In particolare, è stato sviluppato un modello dettagliato per confrontare le percentuali di errore rispetto alle misure effettive. Nella figura 1 è illustrato un layout del package per LED. Fra il package e il substrato viene depositata la pasta di saldatura. Quando il package raggiunge la potenza massima di 1,3W, il raffreddamento standard dell'aria naturale e a convezione forzata non riescono a mantenere la temperatura del giunto all'interno del range accettabile di 125°C o meno. Il dissipatore addizionale contribuisce a soddisfare i requisiti di temperatura desiderati. Per montare il dissipatore sul LED, viene applicato un nastro termico adesivo sul retro del dissipatore e il dissipatore viene disposto sulla base del substrato LED.

Condizioni al limite della griglia

Per l'analisi CFD, vengono ipotizzate le seguenti proprietà: tre dimensioni, stato stazionario, aria ferma, proprietà dell'aria costanti, temperatura ambiente 25°C, dominio di calcolo 305 x 305 x 305mm e dissipazione del calore tramite convezione naturale, conduzione e irraggiamento. Una griglia complessiva per il package LED su substrato con il modello dettagliato del dissipatore comprende circa 200.000 celle. Per il setup delle celle componenti la griglia, è raccomandato di

potere utilizzare almeno tre celle fra le lamelle del dissipatore termico.

Calcolo della resistenza termica

Per calcolare la resistenza termica del calore che si muove verticalmente attraverso il die, vengono misurati gli strati di die attach, i pad del die, il TIM, il dissipatore termico e lo strato dielettrico verso il substrato. Poiché ogni strato ha

le proprie proprietà termiche (Tab. 1), è possibile calcolare la resistenza termica RJA fra il die (giunto) e l'ambiente utilizzando le equazioni seguenti:

$$R_{JA} = R_{J-MS} + R_{MS-A} \quad (1)$$

$$R_{MS-A} = (T_{MS} - T_A) / Power \quad (2)$$

where $R_{J-MS} = 10^\circ\text{C/W}$

La RJA rappresenta la capacità di dissipare il calore dal chip LED all'ambiente.

PCB-POOL®

Per la realizzazione dei tuoi prototipi

1 EUROCARD
+ Impianto
+ Photoplots
+ IVA

€49*

*Prezzo esemplificativo - Altre dimensioni disponibili

Conforme alle direttive ROHS / WEEE

Quotazioni e ordini istantanei online
Consegna in 2-8 giorni
Garanzia di alta qualità e puntualità
email: sales@pcb-pool.com
readerservice.it n.22196

WWW.PCB-POOL.COM

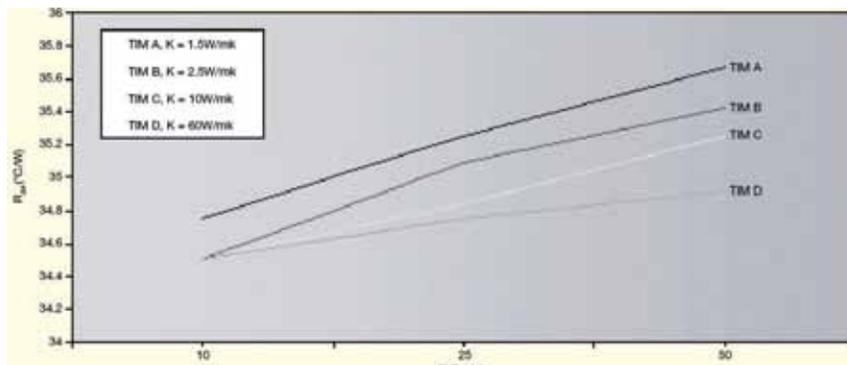


Fig. 3 – Impatto dei TIM sulla R_{ja}

Ciò significa che un valore inferiore di R_{ja} si traduce in migliori prestazioni termiche. La figura 2 illustra le strutture delle sezioni trasversali 3D e 2D del package.

Valori numerici e sperimentali

Il package per LED è montato su un Mcpcb a stella. Il dissipatore, che è del normale tipo a lamelle con 110 lamelle e una base di alluminio estruso, è fissato al retro dell'Mcpcb a stella con nastro termico. Il package è pilotato a 1,2W e la temperatura del punto di saldatura (TMetalslug) viene misurata da una termocoppia sullo slug metallico del package. La misura viene eseguita solo dopo il raggiungimento della saturazione di temperatura.

Nella tabella 1 è riportato un confronto fra i dati di misura del modello di simulazione. Quando la temperatura simulata è più elevata della temperatura misurata, ciò indica che il modello numerico non è riuscito a tenere conto di alcuni dei fenomeni di raffreddamento.

Impatto del TIM

Il TIM ha un ruolo chiave nella dissipazione del calore dal package per LED verso la scheda o il dissipatore termico. Nella figura 2, il TIM 1 si trova fra il package per LED e il substrato. Usando un diverso valore di conduttività termica e un diverso spessore delle

linee sulla scheda, la simulazione funziona.

L'effetto della conduttività termica del TIM 1 sulla resistenza termica dell'interfaccia cresce all'aumentare dello

TABELLA 1 – Risultati simulati e risultati misurati

	R_{jk} misurata ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	R_{jk} simulata ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	Errore (%)
Package per LED su Mcpcb a stella senza dissipatore	44	47	6
Package per LED su Mcpcb a stella con dissipatore	28	30	7

spessore delle linee di saldatura per il package Moonstone sul substrato con dissipatore termico, come illustrato nella figura 3, che mostra come l'incremento della resistenza termica sia più sensibile alla conduttività termica quando lo spessore delle linee di saldatura aumenta.

Tuttavia, l'impatto di valori differenti di conduttività termica e spessori diversi delle linee di saldatura non è significativo.

Un gap d'aria fra le superfici solide non conformi ridurrà la conduttività termica, mentre i TIM si conformeranno ai contorni superficiali microscopici delle superfici solide adiacenti e incrementeranno l'area di contatto fra lo slug metallico del LED (sorgente termica) e il core metallico PCB/FR4 PCB (dissipatore termico). Di conseguenza, esso può ridurre i cali di temperatura su questo contatto.

Considerazioni sulla progettazione termica

Per migliorare le prestazioni termiche, oltre a utilizzare i TIM come descritto sopra, si può insistere su altri aspetti della progettazione termica: geometria e caratteristiche superficiali del dissipatore termico, orientazione dello stesso, disegno del percorso del flusso d'aria nel contenitore di sistema per favorire il raffreddamento tramite convezione naturale e utilizzo di un sistema di raffreddamento attivo come ventole e una tubazione di scambio termico per rimuovere l'aria riscaldata e aumentare il raffreddamento tramite convezione naturale.

Lo studio descritto ha illustrato come

utilizzare la tecnica di modellazione CFD per simulare il package a stella per LED con un dissipatore termico. I risultati dimostrano che il modello di simulazione fornisce risultati promettenti, se confrontati con le misure effettive. Il CFD è quindi un tool valido per assistere il progettista nella progettazione di LED di potenza in applicazioni reali e la sua percentuale di errore è accettabile per le applicazioni industriali. L'incremento di resistenza termica è più sensibile all'area di contatto per confrontare la conduttività termica del TIM all'aumentare dello spessore delle linee di saldatura e il vuoto interpolato all'interno del TIM 1 (fino al 15%) è accettabile e non provocherà alcuna diminuzione significativa delle prestazioni termiche.

Avago Technologies
readerservice.it n. 27