

Nuovi requisiti applicativi per i Mosfet

Alcuni fattori chiave contribuiscono allo sviluppo dei dispositivi Mosfet, rendendo sempre più necessario affrontare le sfide tecniche potenzialmente conflittuali.

di Wharton McDaniel

I dispositivi Mosfet a bassa tensione (<40V) vengono utilizzati nei sistemi di alimentazione dei dispositivi elettronici portatili quali smartphone e Pc tablet, elettrodomestici, server di comunicazione e attrezzature medicali. Agli ingegneri coinvolti nella progettazione di tali Mosfet, vengono poste richieste molto impegnative. Le nostre vite quotidiane si basano sull'uso di vari tipi di attrezzature elettroniche, tuttavia esistono grossi problemi relativi all'aumento del consumo energetico che sta portando al depauperamento dei carburanti fossili, all'impatto ambientale e anche all'aumento delle bollette di energia. Una maggiore consapevolezza dei consumatori, l'implementazione di misure legislative sul risparmio energetico, piani di prova sulle prestazioni delle Oem, sono situazioni

che aumentano la pressione esercitata sui produttori di semiconduttori di potenza. La prossima generazione di sistemi di potenza dovrà consistere in componenti che dispongono di caratteristiche e prestazioni elevate.

ELEMENTI CHIAVE APPLICATIVE E SPECIFICHE

Vi sono due dinamiche fondamentali attualmente responsabili nel definire lo sviluppo dei Mosfet. Da una parte, occorre disporre dei sistemi di produzione high-end richiesti. In questo ambito, le richieste di potenza dei microprocessori dei server sono cresciute immensamente, presentando ostacoli relativi al consumo di elettricità e alla gestione degli immobili e del calore che devono essere superati. Per contro, in informatica, non è la capacità

di elaborazione il problema principale. Poiché le piattaforme dei computer sono passate dagli ingombranti Pc ai leggeri portatili, questo non è più l'argomento di vendita chiave per i consumatori. Sono cambiati i criteri di descrizione dei sistemi di potenza, con una priorità data alla durata utile della batteria e alla compattezza del sistema. Occorre aumentare le frequenze di commutazione di entrambi questi tipi di sistema di potenza, affinché sia possibile usare componenti magnetici e passivi, con un minore ingombro. Dopo aver stabilito che gli elementi chiave sono a livello applicativo, come si traduce ciò nelle specifiche dei componenti? Vi sono tre parametri da esaminare nelle specifiche dei Mosfet per un sistema di potenza:

1 - Resistenza On ($R_{ds(on)}$) - Il parametro $R_{ds(on)}$ è fondamentale quando si tratta di mitigare le perdite di conduzione del Mosfet, pertanto questo deve essere il minimo possibile.

2 - Figure-of-Merit - Definito da $R_{ds(on)} \times Q_g$ (carica totale del gate): è un indicatore delle perdite di commutazione e di conduzione del Mosfet, quindi viene usato come importante criterio di selezione nella decisione del componente da usare.

3 - Prestazione di commutazione - Le migliori caratteristiche di commutazione del Mosfet si hanno quando le perdite di commutazione sono minime. Con maggiori frequenze di

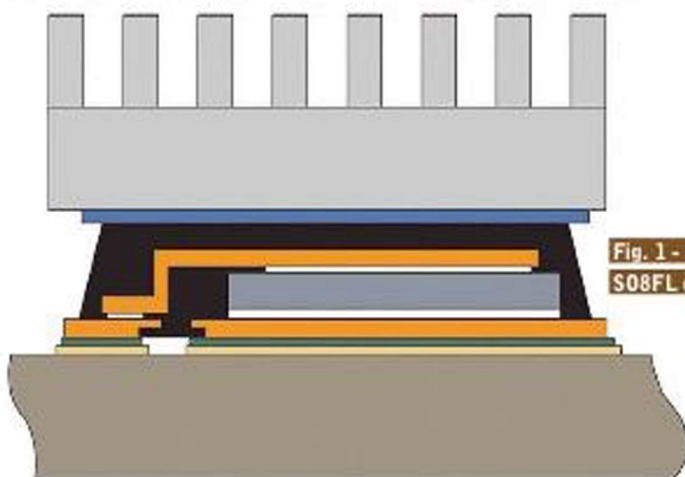


Fig. 1 - Un contenitore S08FL con Heatsink

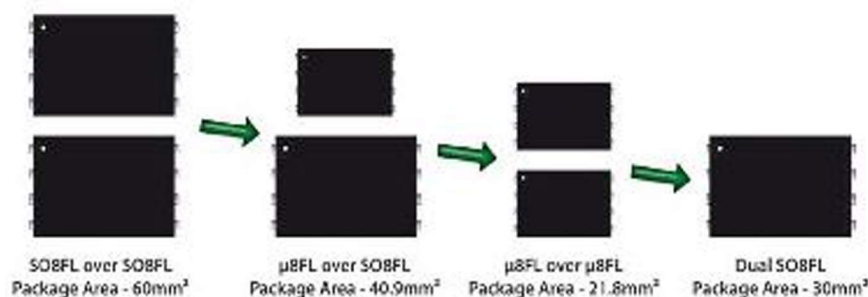


Fig. 2 - Avanzamento della tecnologia del contenitore

commutazione, questo elemento diverrà ancora più cruciale negli anni a venire.

DESIGN E IMPLICAZIONI DEI MOSFET

L'utilizzo dei Mosfet si è diffuso negli anni '80 e negli ultimi decenni vi sono stati molti cambiamenti nella fabbricazione e nelle specifiche sulle prestazioni di tali dispositivi. Ciò è dovuto a vari motivi e poiché i Mosfet sono usati per le applicazioni più disparate, citate sopra, occorre ottenere una dissipazione di potenza minima (sia mentre sono attivi, sia mentre sono inattivi), quindi mantenere l' $R_{ds(on)}$ bassa deve essere uno degli obiettivi fondamentali. Anche il supporto di elevate efficienze di conversione è un elemento importante, l'ottenere una dimensione compatta, sia nei prodotti portatili, sia sulle schede nei server, è un grande punto a favore. La questione è come ottenere questa "lista dei desideri" per le prestazioni a livello del componente. Sono due gli elementi costituenti il Mosfet. In passato, per i produttori di componenti era possibile procedere focalizzandosi su uno di questi elementi, l'altro passava in secondo piano. Oggi, occorre considerarli entrambi.

• La tecnologia di processo

Dieci anni fa, una Cpu richiedeva una corrente di circa 10 A, oggi richiede 100 A. Ciò ha imposto una riduzione dell'ampiezza nell' $R_{ds(on)}$ semplicemente per tenere sotto controllo i fattori di forma e i livelli di dissipazione termica perché altrimenti sarebbe stata inevitabile un'espansione sostanziale nelle dimensioni e nel costo delle attrezzature elettroniche. Inoltre, una prestazione di commutazione generale del Mosfet può essere aumentata di

molto attraverso la riduzione delle sue capacità. Lo sviluppo continuo dei processi per i nuovi semiconduttori ha consentito le riduzioni dell' $R_{ds(on)}$ dei Mosfet e della capacità richieste dalle Oem. Queste riduzioni dovrebbero rimanere scalabili tenendo il ritmo con i semiconduttori dalle geometrie inferiori per l'immediato futuro. L'avvento della topologia con shielded-gate sta aiutando l'industria a condurre il gioco, con funzioni che minimizzano l'oltrepassare dei limiti di commutazione, fornendo un complemento all' $R_{ds(on)}$ più ridotta. Con l'aumento delle frequenze di commutazione, come già affermato, l'oltrepassare dei limiti sta diventando più che un semplice problema, quindi la capacità di questa topologia di mitigarne gli effetti risulta molto vantaggiosa.

• La tecnologia del package

Grande attenzione deve essere prestata al controllo dell'interconnessione e alle resistenze termiche di qualsiasi contenitore di potenza dei Mosfet. La resistenza di interconnessione deve essere ridotta rispetto ai valori $R_{ds(on)}$ (soprattutto perché stiamo raggiungendo livelli $R_{ds(on)}$ sotto il milliohm), perché, in caso contrario, qualsiasi miglioramento nel silicio non sarebbe proficuo. L'utilizzo di clip al posto di fili saldati è stato il mezzo principale per mantenere la resistenza di interconnessione a una piccola percentuale dell' $R_{ds(on)}$ totale. La superficie metallica esposta sulla parte inferiore del contenitore fornisce il percorso termico primario a bassa resistenza. Ora, vi sono contenitori che hanno una ridotta resistenza termica sulla parte superiore, consentendo la riduzione del calore in questa zona.

Questo tipo di contenitore è importante quando il Pcb non può essere un mezzo efficace per la riduzione del calore. La continua riduzione della dimensione del die negli anni ha portato al passaggio da contenitori di potenza cablati, quali il TO220, a contenitori per il montaggio in superficie di Mosfet singoli e doppi. Ora, le coppie di Mosfet di potenza sono disponibili in contenitori da 5 x 6 mm. Le prestazioni sono migliorate grazie alla riduzione delle resistenze e delle induttanze di interconnessione. Ciò fornisce indubbi vantaggi ai progettisti quando lo spazio è un elemento di importanza fondamentale (Fig. 2). Le specifiche dei Mosfet che offrono un equilibrio ottimizzato fra caratteristiche di perdita di conduzione ed efficienza di commutazione sono fondamentali per lo sviluppo dei prodotti finali. L'utilizzo di processi moderni per i semiconduttori e le tecnologie dei contenitori hanno aiutato a minimizzare le perdite, nonché a ridurre l'energia dissipata dal sistema, con il vantaggio che i sistemi di gestione termica occupano meno spazio. Grazie a ciò, i prodotti finali sono meno ingombranti e più affidabili. Concludendo, occorre continuare le ricerche e la loro implementazione nello scenario dell'elettronica di potenza, per trovare nuovi sistemi efficaci in grado di frenare le perdite relative all'attività di commutazione dei Mosfet e migliorare i livelli di efficienza di conversione, riducendo al contempo l' $R_{ds(on)}$. Il progresso tecnico sta lanciando processi nei quali è possibile ridurre sia l' $R_{ds(on)}$, sia le capacità associate al circuito di commutazione. Il risultato è che l'area del Pcb che deve essere utilizzata e le caratteristiche prestazionali di commutazione sono entrambe migliorate poiché sono disponibili componenti passivi più compatti ed è possibile utilizzare frequenze di commutazione più alte. Le difficoltà non sono scomparse, tuttavia è possibile che le dimensioni del die diventino così piccole che gli approcci all'interconnessione e alla gestione termica portino a una nuova rivoluzione.

Wharton McDaniel
Product Marketing Manager
ON Semiconductor
www.onsemi.com