

Dispositivi mecatronici sempre più sottili grazie ai die

Shaharam Tadayon
Marketing manager
Microcontroller products
Silicon Laboratories

Grazie a innovativi programmi di vendita anche gli sviluppatori di sistemi embedded per i quali non sono previsti elevati volumi possono sfruttare i vantaggi legati all'uso dei die

Per molti anni i progettisti di sistemi embedded hanno tratto indubbi benefici dal reperimento di circuiti integrati (IC) come ad esempio i microcontrollori (MCU) sotto forma di die. Poiché le dimensioni del die sono molto inferiori rispetto a quelle dell'integrato ospitato nel proprio package, l'uso di die privo di package consente al progettista di realizzare un circuito elettronico molto più compatto. I prodotti realizzati in elevati volumi quali ad esempio protesi acustiche, telefoni cellulari e schede RFID sono divenuti sempre più portatili e sottili grazie all'integrazione del die nel progetto del circuito. Fino a non molto tempo fa, i prodotti realizzati in piccoli volumi non hanno potuto beneficiare di un livello di innovazione così spinto perché è sempre stato difficile reperire die a un prezzo ragionevole per bassi volumi.

I benefici legati all'uso di die privi di package nei progetti embedded possono essere notevoli. La disponibilità di integrati sotto forma di die rappresenta per i clienti un'opzio-

ne molto interessante per progetti caratterizzati da ridotte dimensioni in quanto consente di ottimizzare il design dei loro prodotti laddove lo spazio risulti un elemento critico e di implementare innovative soluzioni di packaging di tipo proprietario.

Un'industria emergente

La manipolazione del die, in ogni caso, non è così semplice come l'acquisto di un integrato ospitato in un classico package QFP (Quad Flat Package) che viene saldato su una scheda PCB (Printed Circuit Board). Per questa ragione si sta assistendo alla nascita di un'attività di vendita di die il cui obiettivo è semplificare la manipolazione e l'utilizzo di die privi di package. Per esempio, quando un progettista di prodotti embedded reperisce un wafer contenente migliaia di die, il wafer viene suddiviso (in altre parole subisce il processo di dicing per mezzo del quale il die è separato dal wafer) e posto su un leadframe o substrato che interconnette ciascun die con altri

componenti (compresi altri die privi di package) nel sistema embedded. Il circuito risultante è molto piccolo e può essere ospitato in un modulo o un package da utilizzare direttamente in un sistema o posizionato su una scheda PCB.

L'acquisto di die in forma grezza da un produttore di semiconduttori raramente è un processo semplice e privo di ostacoli. I produttori di semiconduttori che forniscono chip in elevati volumi hanno perfezionato le tecniche di realizzazione di grandi quantità di IC ospitati nel loro package sfruttando flussi di produzioni e catene di fornitura ottimizzate in termini di efficienza. La fornitura di wafer in piccoli volumi è quindi un processo non standard che può interrompere l'efficienza del ciclo produttivo. A causa dell'esigenza dei progettisti di realizzare prodotti sempre più miniaturizzati e sviluppare package innovativi per soluzioni elettromeccaniche, i fornitori di semiconduttori hanno intravisto la possibilità di fornire wafer completamente collaudati. Ora è possibile acquistare die in forma di wafer (Fig. 1): un singolo wafer da 200 mm contiene alcune migliaia di die.

Un programma "ad hoc"

Silicon Labs ha da poco avviato un programma di vendite di die di MCU per dispositivi a 8 e 32 bit che prevede un quantitativo di ordine minimo (MOQ - Minimum Order Quantity) anche di un solo wafer. Questo programma contempla anche una metodologia di collaudo a segnali misti a livello di wafer che consente la vendita di die perfettamente testati sotto forma di wafer. I wafer sono collaudati esattamente come le MCU ospitate in un package e i clienti hanno la possibilità di richiedere la programmazione in fabbrica dei die privi di package.

Vi sono ulteriori vantaggi legati all'uso di die nella progettazione di sistemi al posto dei tradizionali integrati corredati di package. Poiché il circuito elettronico è ospitato in uno spazio più ridotto, la lunghezza delle interconnessioni tra i chip è inferiore: ciò comporta una riduzione degli effetti delle capacità e delle induttanze con conseguente minimizzazione della latenza di commutazione. Anche il rumore elettrico è ridotto al minimo, aspetto questo particolarmente importante nel caso nel sistema siano presenti segnali a radio frequenza.

L'utilizzo dei die può risultare particolarmente efficace nel caso di prodotti basati su sensori. Le MCU spesso integrano a bordo un sensore di temperatura che sfrutta le caratteristiche note del transistor a giunzione bipolare per eseguire misure di temperatura accurate. Questa tecnologia di rilevamento integrata può essere utile, per esempio, per la compensazione in temperatura quando è necessario implementare un

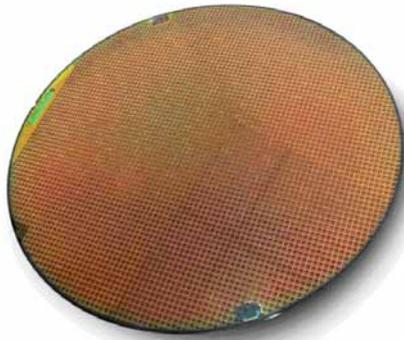


Fig. 1 – Alcuni produttori di circuiti integrati ora vendono die in quantità minima – anche un solo wafer

RTC (Real Time Clock) compensato in temperatura. Nel momento in cui attorno al circuito integrato è presente un package, viene introdotta una resistenza termica aggiuntiva nel sistema. In assenza di package è dunque possibile ottenere una misura della temperatura più accurata.

Tecnologie disponibili

Per consentire l'integrazione di die privi di package nei sistemi embedded sono state sviluppate parecchie tecnologie.

Ad esempio, in numerose implementazioni si è diffuso l'uso di moduli multi chip (MCM - Multi Chip Module): tra le varianti di questa tecnologia si possono annoverare i package multi chip (MCP - Multi Chip Package) e i system in package (SIP). Numerose aziende che si occupano di assemblaggio possono prendersi in carico il wafer, effettuare il dicing dello stesso e ospitare i singoli die in package del tipo appena descritto. Spesso i package custom vengono sviluppati sfruttando un approccio di tipo mecatronico al fine di ottimizzare le proprietà elettriche e meccaniche del sistema e per realizzare una soluzione di dimensioni ridotte. Un esempio di prodotto finito che sfrutta tale approccio è rappresentato dalle protesi acustiche di ultima generazione, che richiedono un progetto ottimizzato in termini di spazio e un'integrazione circuitale particolarmente spinta.

I progettisti dovrebbero prendere in considerazione l'uso di die se tale approccio porterà tangibili benefici al prodotto finale, come ad esempio riduzione delle dimensioni e/o del peso o il miglioramento dell'aspetto ergonomico. La tecnologia di produzione deve essere tenuta nella massima considerazione. Attualmente esistono un paio di tecnologie comunemente impiegate nel caso di realizzazioni tramite die. La tecnologia COB (Chip on Board), ad esempio, consente al die di essere montato su un substrato e collegato elettricamente mediante le tecniche tradizionali di wire-attach (connessione tramite filo). Talvolta il die è incapsulato per proteggere il fragile silicio durante il processo di produzione. Più "elegante", la tecnologia flip-chip richiede alcune fasi di lavorazione aggiuntive del wafer, necessarie per aggiungere le sfere di saldatura al di sotto del die. L'implementazione finale può risultare più piccola e robusta, ma più costosa da produrre.

L'acquisto del die è un'operazione che richiede attenzione. Una volta identificato il die adatto, non si può ipotizzare semplicemente che possa essere disponibile sotto forma di wafer. Infatti è necessario verificare con il produttore di semiconduttori la disponibilità del prodotto sotto forma di wafer. Nel caso non siano previsti volumi elevati (parecchie migliaia di unità), molti fornitori non sono disponibili a vendere wafer o

li offrono a prezzi proibitivi. Prima di procurarsi die privi di package, lo sviluppatore dovrebbe identificare i circuiti integrati che saranno in grado di operare in maniera efficiente nel sistema e che siano disponibili sotto forma di wafer. È anche opportuno accertarsi che i die siano completamente testati e i collaudi eseguiti siano equivalenti a quelli a cui sono sottoposti i prodotti ospitati nel loro package. Inoltre è indispensabile reperire una fabbrica di assemblaggio in grado di manipolare i die privi di package e, possibilmente, fornire servizi aggiuntivi quali il backgrinding (assottigliamento del wafer per ridurre

l'altezza del chip, fattore questo che assume una particolare importanza per i chip ultrasottili usati nelle smart card).

L'aspetto positivo, per gli sviluppatori di sistemi embedded, è che tutte le tecnologie di manipolazione dei wafer, gli integrati sotto forma di die e i relativi servizi si vanno diffondendo a prezzi sostenibili. La disponibilità di die completamente collaudati in forma di wafer consente lo sviluppo di dispositivi mecatronici innovativi e sempre più sottili che sarebbero impossibili da realizzare utilizzando i prodotti a semiconduttori ospitati nei package tradizionali. ■
