Do it yourself

Geld sparen mit kundenspezifischen Galliumarsenid-MMIC

Kundenspezifische Bausteine – kurz Asics – lohnen sich meist erst bei sehr hohen Stückzahlen. Die Regel gilt für Silizium-Chips. Doch bei GaAs und hochfrequenten Anwendungen sehen die Zahlen anders aus und rechtfertigen eine Entwicklung viel eher. Plextek hat nachgerechnet. *Autor: Liam Devlin*

Auf den ersten Blick erscheint es als Widerspruch: Geld sparen mit kundenspezifischen Galliumarsenid-MMIC? Selbst entwickelte MMIC (Monolithische Mikrowellen-IC) sind teuer – wie könnte man Geld sparen, wenn man sie anstelle günstiger Standardprodukte einsetzt? Weshalb sollte man ein eigenes, maßgeschneidertes MMIC entwickeln, wenn im Prinzip alle Bauelemente für ein Mikrowellen-System kommerziell erhältlich sind? Auf dem internationalen Mikrowellen-Symposium im Mai 2010 hat der Autor dieses Beitrags in einem Vortrag auf dem Micro-Apps-Seminar dargelegt, dass die Zahlen verblüffend oft für kundenspezifische Chips sprechen. Denn wenn ein Hersteller die Funktion eines MMIC individuell bestimmen kann, erhält er höhere Performance bei niedrigeren Kosten. Ab welchen Stückzahlen sich das rechnet, analysiert dieser Artikel.

Die Kosten der Bauelemente-Anbieter

Beim Design eines eigenen maßgeschneiderten MMIC muss man in vielen Belangen mit den selben Kosten kalkulieren wie die Anbieter von Katalogprodukten. Die Palette reicht von den Waferkosten über Evaluierungs- und Qualifizierungskosten, den Aufwen-

all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG

Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!

Bild: Fotolia, Sergiiev

dungen für Test und Packaging bis hin zu den Gehältern des Designteams. Darüber hinaus aber geben die kommerziellen Anbieter viel Geld für Marketing, Werbung und After-Sales-Support sowie den Vertrieb und die Distribution an die Endkunden aus. All diese Kosten müssen sich amortisieren und gehen zusammen mit der Gewinnmarge in den Verkaufspreis ein.

Bei einem kundenspezifischen MMIC lassen sich diese Kosten vermeiden, denn der Kunde kann sich auf seine eigenen Anforderungen konzentrieren und Einsparungen bei jenen Faktoren vornehmen, die sich auf die IC-Produktionskosten auswirken. Dies sind der Waferpreis, die Chipfläche, die Produktionsausbeute sowie die Test- und Packaging-Anforderungen.

Zu den Kostensenkungen kommen weitere Vorteile. Der Anwender kann die gewünschte Funktionalität exakt vorgeben, statt aus einem vorgegebenen Katalog jenen Standardbaustein auszuwählen, der den eigenen Vorgaben am nächsten kommt. Das kundenspezifische MMIC kann an den jeweils optimalen Standorten produziert werden, um Exportbeschränkungen zu vermeiden oder Sicherheitsbedenken Rechnung zu tragen. Nicht zuletzt besteht bei einem kundenspezifischen MMIC die Möglichkeit, über die Anschlussbelegung und/oder den Gehäusetyp zu bestimmen. Überdies entscheidet nicht der Zulieferer, sondern man selbst, wann das Bauelement wieder aus dem Programm genommen wird.

Ein Preisbeispiel für ein kundenspezifisches MMIC

Als Rechenexempel für diese Argumentation dient nachfolgend ein fiktives Bauelement: ein dreistufiger X-Band-Leistungsverstärker (PA, Power Amplifier) mit vier Watt Leistung. Nach den ersten Design-Arbeiten an diesem Baustein wird die voraussichtliche Chipfläche auf 9,66 Quadratmillimeter geschätzt (2,3 mal 4,2 Millimeter). Würde die Fertigung mit einem Prozess auf der Basis ➔

Auf einen Blick

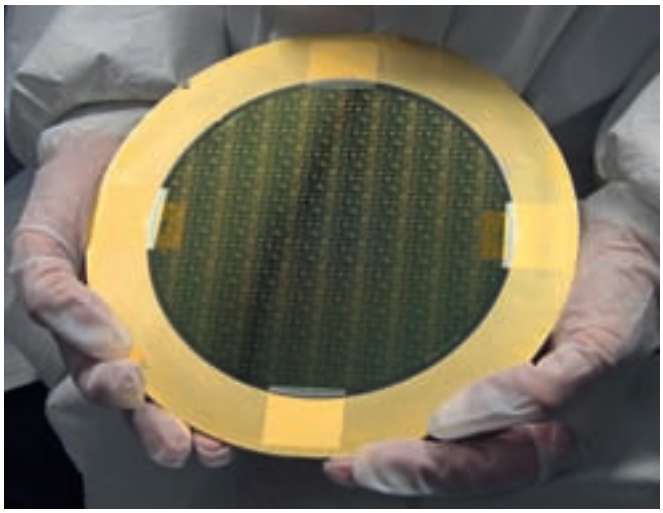
Rechnen hilft

Ab wann lohnt es sich, einen Chip selber zu entwickeln statt auf Standardbauteile zu setzen? Die Entwicklungsprofis von Plextek meinen: verblüffend früh, vor allem wenn es sich um GaAs-MMIC handelt (Monolithische Mikrowellen-IC auf Galliumarsenid-Substrat). Denn ein eigener IC kann auf kostspielige Funktionen verzichten, die eine Applikation gar nicht braucht, dafür die eigenen Anforderungen viel besser erfüllen und obendrein auf teueres Marketing und Vertrieb verzichten.

infoDIREKT www.elektronikjournal.com 502ejl0910

Vorteil HF-IC entwickeln statt zu kaufen kann Kosten sparen.

Wer HF-Bausteine selbst entwickelt, hat zwar hohe Einmalkosten. Die rechnen sich aber schnell, da die Stückkosten weit unter denen von Standard-Bausteinen liegen.



Bilder: Plextek

Aus einem typischen Sechs-Zoll-Wafer entstehen nach Abzug von Verschnitt und defekten Bausteinen über 1300 funktionsfähige Chips. Die Rechnung gilt für einen dreistufigen X-Band-Leistungsverstärker mit vier Watt.

von 150-Millimeter-Wafern (sechs Zoll) erfolgen, wäre pro Wafer eine Fläche von insgesamt 17 671 Quadratmillimeter verfügbar.

Hieraus könnte man schließen, dass auf einen Wafer genau 17 671 / 9,66 = 1829 PA-Chips passen. Man muss jedoch die Chips abziehen, die am Rand liegen und nicht komplett auf den Wafer passen. Die tatsächlich verfügbare Waferfläche beträgt somit nur etwa 16 651 Quadratmillimeter. Ungefähr vier bis sechs Prozent der Waferfläche gehen ferner auf das Konto von PCM-Sites (Process Control Monitor), wodurch sich die verfügbare Fläche noch einmal verringert, auf nur mehr 15 767 Quadratmillimeter. Dies entspricht 1632 PA-Chips pro Wafer – und diese Chips sind wohlgemerkt noch nicht geprüft.

Mit Fehlern rechnen

Zu berücksichtigen sind außerdem die fehlerhaften Chips (Failed Die). Die Ausbeute ist ein komplexes Thema, und die Zahl der fehlerhaften Chips hängt von verschiedenen Faktoren ab, zum Beispiel von der Defektdichte, der Prozesskontrolle, der Gesamt-Gate-Peripherie, der Designzentrierung und den tatsächlich spezifizierten Kriterien, nach denen die Chips getestet und für gut oder defekt befunden werden. Die typische HF-Ausbeute des Vier-Watt-PA in der Produktion sollte größer als 80 Prozent sein, so dass pro Sechs-Zoll-Wafer mehr als 1305 funktionsfähige Chips entstehen.

Die Waferpreise hängen vom verwendeten Prozess und vom Waferdurchmesser ab. Maßvolle Großserien-Preise für Sechs-Zoll-Wafer in einem ohne Elektronenstrahlen auskommenden Prozess, dürften sich zwischen 5000 und 10 000 US-Dollar bewegen. Wählt man 7500 US-Dollar als Mittelwert, kommt ein ungeprüfter Chip auf 5,75 US-Dollar. Bei höheren Stückzahlen ließe sich der Waferpreis selbstverständlich weiter drücken.

Drum prüfe...

Man kann davon ausgehen, dass die Roh-Chips im vorliegenden Beispiel einen RFOW-Test (RF-On-Wafer) erfordern. Die Kosten fallen für alle Chips an – auch für diejenigen, die den Test nicht bestehen. Die Testkosten pro Chip (die Kosten zum Einrichten des Tests nicht mitgerechnet) fallen je nach der Zahl der getesteten Frequenzpunkte, der Komplexität des Prüfaufbaus (also dem erforderlichen Kit) und dem Zeitaufwand pro Punkt unterschiedlich hoch aus. Ein Power-Sweep etwa wird zeitaufwändiger und teurer sein als die Messung von s-Parametern.

Geht man davon aus, dass der Beispiel-PA bei drei Frequenzpunkten bezüglich seiner s-Parameter und seiner gesättigten Ausgangsleistung (nur an einem Pin) geprüft wird, beträgt eine realistische Kostenschätzung 490 US-Dollar pro Wafer (0,30 US-Dollar je Chip). Die Gesamtproduktionskosten pro Chip betragen damit 6,12 US-Dollar.

Die Produktionskostenschätzung hat bisher einige Einmalaufwendungen außer Acht gelassen wie zum Beispiel Designgebühren, Evaluierungs- und Qualifizierungskosten, Aufwendungen für Prototyp-Waferdurchläufe sowie die Kosten für die kundenspezifischen Maskensätze. Diese Kosten werden in der Regel auf die ersten drei Produktionsjahre umgelegt, und die Auswirkungen auf den Chip-Preis ergeben sich dabei direkt aus der produzierten Stückzahl. Setzt man einen Erfahrungswert von 300 000 US-Dollar als zusätzliche Festkosten an, kommen bei einer Jahresproduktion von 10 000 Stück in den ersten drei Jahren zehn US-Dollar Mehrkosten pro Chip zusammen.

Kosten vergleichen

Aus der obigen Rechnung lässt sich schließen, dass ein vollständig geprüfter Vier-Watt-PA zu geschätzten Kosten von 16,12 US-Dollar je Chip produziert werden kann. Betrachtet man die Preise, die für kommerziell angebotene X-Band-PA-Designs verlangt werden, dann sind Beträge zwischen 60 und 100 US-Dollar (ab 1000 Stück) die Regel. Die Preise sinken zwar bei höheren Stückzahlen, wenn man bei 10 000 Stück aber einen realistischen Rabatt von 30 Prozent ansetzt, bleibt immer noch ein Verkaufspreis von 42 bis 70 US-Dollar übrig.

Das beschriebene Beispiel-Bauelement existiert zwar nur auf dem Papier, es könnte jedoch ebensogut real sein und dem Anwender, verglichen mit dem Zukauf eines kommerziellen Bauteils, große Einsparungen bescheren. Wird ein kundenspezifisches Bauelement länger als drei Jahre produziert, fallen die Einsparungen noch höher aus, denn die in den ersten drei Jahren abgeschriebenen Kosten fallen dann weg, so dass die Chipkosten nach dem dritten Jahr um zehn US-Dollar niedriger sind. Damit zeigt sich: Lieber erst mal nachrechnen! *(lei)* ■

Der Autor: Liam Devlin ist Direktor für RF-Integration bei Plextek in Essex, Großbritannien. Plextek hat über 50 kundenspezifische GaAs-MMIC für ein weites Anwendungsspektrum produziert.