

## FLEXIBLE, MODULARE TESTSYSTEME IM PRAXISEINSATZ

# Durch und durch individuell



**Vom Entwurf mehrheitlich kundenspezifischer bis zur Auslieferung fertiger, montagebereiter ICs bietet Creative Chips alles aus einer Hand – von der ersten Idee bis zum fertigen Produkt und ohne eigene Halbleiterfertigung. Beim abschließenden Testen der Schaltungen helfen die Geräte von Dr. Eschke Elektronik aus Berlin.**

MANFRED FRANK

**J**ung, dynamisch, erfolgreich. So präsentiert sich das Fabless-Halbleiterunternehmen Creative Chips in Bingen am Rhein. Die IC-Spezialisten um Dr. Lutz Porombka und Roland Obst, darunter zwölf Ingenieure, beschäftigen sich mit dem Design und Test von ASICs. Die Entwicklung dieser kundenspezifischen Chips ist ein Prozess, der Zeit und Ressourcen kostet. Eine Neuentwicklung kann je nach Größe und Leistungsumfang des ICs von einigen Monaten bis zu drei Jahren dauern.

### Mixed-Signal ASICs – das Kerngeschäft

Komplexe Systems-on-Chip bestehen heute aus einer Vielzahl analoger und digitaler Funktionsblöcke: aus integrierten Sensoren, Komponenten zur Signalverstärkung und -filterung, linearen oder geschalteten Reglern zur Stromversorgung, hoch auflösenden und/oder schnellen A/D- oder D/A-Wandlern sowie integrierten Mikrocontrollern. Weiterhin zählen Ein- und Ausgänge, Busschnittstellen oder integrierte Speicherblöcke dazu. Auf die-

sem Gebiet können die Binger Chipleute ein breites Know-how aus vielen Jahren Berufserfahrung und zahlreichen realisierten Schaltungen nachweisen.

Analoge Spezialschaltungen zählen zu ihren Stärken. Mithilfe moderner Halbleitertechnologien können sie heute Schaltungen realisieren, die beispielsweise bis 600 V spannungsfest sind oder Signalfrequenzen bis zu 3 GHz verarbeiten. Schaltungsbeispiele sind integrierte Sensoren zum Erfassen und Aufbereiten optischer, magnetischer und thermischer Signale sowie breitbandige, Offset- und rauscharme Operationsverstärker. Zum Einsatz kommen die Schaltungen zum Beispiel als Sensorverstärker oder Sensorcontroller, auch in ungeschützter Kfz-Bordnetz Umgebung, oder als optische Transimpedanzverstärker. Auch Stromversorgungskomponenten wie DC/DC-Wandler, intelligente Ladecontroller, Motorcontroller und HF-Übertragungssysteme für 433/868 MHz finden sich unter den Referenzen.

Bei digitalen ASICs kommen dem Unternehmen die Erfahrungen seiner Mitarbeiter beim Entwickeln komplexer digitaler Systeme via Verilog-HDL-Programmierung zugute (siehe **i-Kasten**). Mit seinem Know-how für die erfolgreiche Umsetzung auf moderne CMOS-Prozesse sieht sich Creative Chips für die Entwicklung kundenspezifischer digitaler Schaltungen unterschiedlichster Komplexität gerüstet. Dabei helfen leistungsfähige EDA-Werk-



### WISSENSWERT

**Vom Modell zur Hardware.** Für die Entwicklung digitaler Schaltungsblöcke arbeitet Creative Chips überwiegend mit „Verilog“, der unter Chipentwicklern am weitesten verbreiteten Hardware-Beschreibungssprache. Alternativ dazu können auch Kundendesigns in „VHDL“ konvertiert werden. Verilog ist eine formale Sprache, die es gestattet, kombinatorische und sequenzielle Logik und deren Zeitverhalten zu modellieren, zu simulieren und daraus automatisch die IC-typische Beschreibung zu synthetisieren. Im Unterschied zu konventionellen Programmiersprachen wie C ist die Modellierung von parallelen Prozessen in Hardware möglich.

Für digitale Schaltungsanteile spielt die Logiksynthese eine entscheidende Rolle. Sie beschäftigt sich mit der automatischen Generierung von Schaltungsbeschreibungen, die Boolesche Funktionen oder Schaltwerke realisieren. Verilog ermöglicht das vollautomatische Generieren von Netzlisten für diese Schaltungen. Auf diesem Weg lassen sich – für die erfahrenen Binger Fachleute relativ einfach – digitale, anwendungsspezifische integrierte Schaltungen effektiv erstellen. Dabei ist es immer das Ziel weiterer Analysen, sowohl die Schaltungsstrukturen als auch die Designsicherheit zu optimieren.



**Bild 1. Bestückte Teststation im Einsatz**

zeuge vom Tool-Hersteller Synopsis. Das Dienstleistungsangebot reicht von einer reinen Umsetzung eines FPGA in ein vollkundenspezifisches ASIC bis hin zur komplexen Logikentwicklung und ASIC-Implementierung. In aller Regel entsteht ein digitaler ASIC in enger Kooperation mit den Kunden. Wichtigste Schnittstelle bilden dabei der vorhandene Code in VHDL oder Verilog oder einer anderen spezifischen Beschreibungssprache für FPGAs.

### Vom CAD-System direkt in die Fabrik

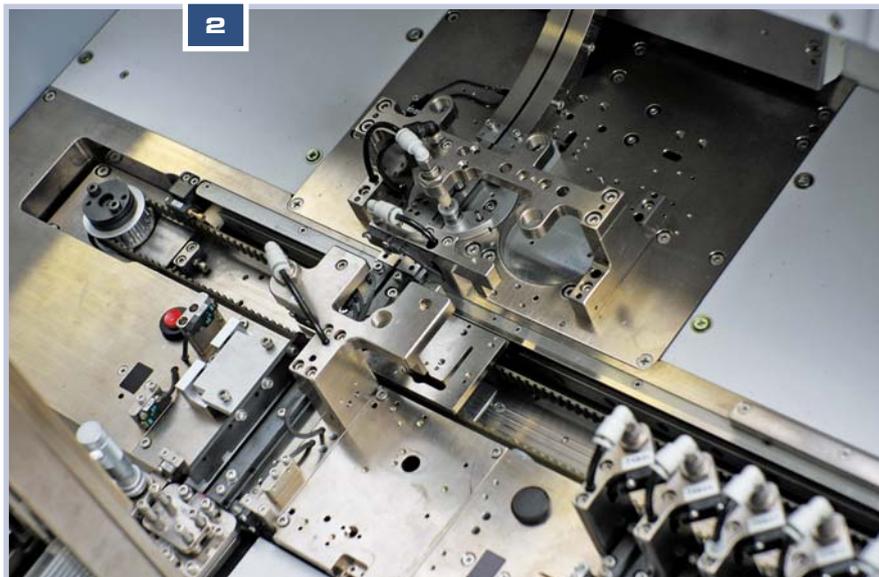
Für die Halbleiterfertigung greift Creative Chips auf den jeweils am besten geeigneten Prozess einer Reihe unterschiedlicher

Foundries zu. Die Nutzung solcher Fabriken, die keine eigenen Produkte herstellen, gewährleistet eine lange Technologiestandzeit, stabile technische Parameter und letztlich günstige Preise.

In Form eines Fertigungsdatensatzes im IC-typischen GDS2-Format verlässt der neu entworfene ASIC Bingen in Richtung Waferfab. Bevorzugte Partner sind unabhängige Hersteller wie der weltgrößte Siliziumwafer-Hersteller TSMC in Taiwan, X-Fab in Erfurt, SMIC in China und die taiwanesishe Firma Epasil. Dort erfolgt auf Basis der von Binger Ingenieuren bereitgestellten Fertigungsdaten die Waferproduktion.

Nach Fertigstellung der Wafer werden schon in der Fab erste Tests durchgeführt, die der Kontrolle der Fertigungsparameter dienen. Der so genannte WAT (Wafer Acceptance Test) stellt sicher, dass die im jeweiligen Fertigungsprozess verfügbaren Grundstrukturen (wie Transistoren oder Widerstände) die erforderliche elektrische Spezifikation halten. Das ist die Voraussetzung dafür, dass die Fertigungsausbeute des ASIC im erwarteten Bereich liegen kann. Doch die eigentliche elektrische Funktionsprüfung übernimmt die Testabteilung von Creative Chips in Bingen.

Alle Customized-Chips werden zunächst als Wafer an einen weiteren Kooperationspartner in Asien geschickt, der das Sägen und das Packaging übernimmt. Die Siliziumscheibe mit den Chips wird auf eine Folie geklebt und mit einer feinen Diamantsäge in x- und y-Richtung Reihe für Reihe durchgeschnitten. Dabei bleiben die vereinzelt Chips auf der unzertrenn-



**Bild 2. Feinste Mechanik sichert den exakten Testablauf**



Bild 3. Testervariante CT300 Satellite

ten Folie haften. So können aus einer Scheibe mit 150 oder 200 mm Durchmesser von einigen Hundert bis zu mehreren Tausend Chips gewonnen werden.

Anschließend schlägt bei Creative Chips für jeden IC die Stunde der Wahrheit. Denn ein bestandener Parametertest in der Produktion bedeutet noch nicht, dass auch jeder Chip funktioniert. Schuld daran sind die zwar sehr kleine aber niemals Null erreichende Fremd-Partikeldichte im Reiraum sowie zusätzliche Fehlerursachen beim Wafersägen, Packaging oder Transport. Die in Kunststoffstangen oder auf Versandplatten, den so genannten Trays, angelieferten ICs durchlaufen jetzt Stück für Stück die elektrische Prüfung (Bild 1). Das Adaptieren der einzelnen ASICs an das Testsystem übernehmen so genannte Handler, vollautomatische Maschinen, welche die Stangen oder Trays mit den ungetesteten ICs aufnehmen. Durch geeignete mechanische Vorrichtungen wer-

den die verpackten ICs Stück für Stück an den Kontaktsatz im Handler geführt und mit dem Testgerät verbunden (Bild 2). Nun erfolgt der elektrische Funktionstest nach einem von den Binger Ingenieuren entwickelten Testprogramm mit vollautomatischem Aussortieren der Fehlteile. Auf diese Weise gelangen nur zu 100 Prozent für gut befundene ICs zurück in die Stangen oder Trays.

Für den elektrischen Endtest der ICs setzt Creative Chips Testsysteme von Dr. Eschke Elektronik aus Berlin ein. Neben mehreren Testern „CT300 Satellite“ (Bild 3) wird seit neustem auch mit einem Testsystem „CT300 Meteor“ geprüft (Titelbild). Laut Geschäftsführer Dr. Lutz Porombka sind die Benchmarks klar für den Berliner Hersteller ausgefallen. Ein wesentlicher Faktor für diese Entscheidung waren die integrierten Features: Flexibilität, Mixed-Signal-Fähigkeiten, schnelle Testverfahren und eine sehr gute Messgenau-

igkeit sprechen für die Geräte. Zudem sind sie modular aufgebaut, skalierbar, hoch integriert und vor allem leicht zu bedienen. Insgesamt ist eine relativ große Palette von Modultypen verfügbar, und jedes System ist sehr erweiterungsfähig. Zusatzgeräte, wenn gewünscht, lassen sich über Standardschnittstellen vollständig in das System und seine Umgebung einbinden.

### Die Testermodule im Detail

Das zentrale Steuermodul „SM2-4“ im CT300 Meteor ist mit einem 32-Bit-RISC-DSP mit Echtzeit-Kernel ausgestattet. Dieser ist für die schnelle Kommunikation mit dem Steuer-PC, die Testerparametrierung, die Testablaufsteuerung inklusive Taktgenerierung und den Tester-Selbsttest verantwortlich. Das Modul stellt unter anderem vier Versorgungsspannungen, eine komfortable Schnittstelle zur externen Testersynchronisation und ein frei programmierbares Handler-Steuer-Interface zur Verfügung. Darüber hinaus besitzt es jeweils 16 Optokoppler-Ein- und -Ausgänge, die für die Steuerung von Handling-Systemen genutzt werden können.

Das zentrale analoge Messmodul

 **DER AUTOR**

MANFRED FRANK ist Fachjournalist in Mülheim.

„AM2“ (System PMU), enthält ein Digital Scope, einen Arbitrary Generator, zwei Vierquadrantenquellen, zwei A/D-Wandler-Kanäle für Standardmessungen, einen Frequenzzähler und zwei Guarding-Verstärker. Vorteilhaft für die Tester ist, dass das Digital Scope der zentralen analogen Messeinheit über die Scanner-Matrix an jeden Testpunkt im Adapter geschaltet werden kann.

Bandbreite und Geschwindigkeit sind gefragt denn je. Patternraten von bis zu 300 MStep/s oder 1 GSample/s ermöglichen es, den Anforderungen moderner Testobjekte zu folgen und geeignete volldynamische Tests mit Echtzeitbewertung der Signalverläufe vorzunehmen. Tests, welche die reale Einsatzumgebung nachbilden, sind damit sehr gut möglich. Bemerkenswert ist, dass an den Digitalmodulen bidirektionale analoge und digitale Messungen an ein und demselben Pin durchgeführt werden können.

### FAZIT

**Chips mit Grips.** Creative Chips hat sich als Fabless-Halbleiteranbieter auf Mixed-Signal-ICs in verschiedenen Fertigungsprozessen wie CMOS-, BiCMOS- und Bipolar-Technologien für Frequenzen bis 3 GHz und Versorgungsspannungen bis zu 600 V spezialisiert. Die Leistungspalette reicht von relativ einfachen Chips bis hin zu komplexeren Full Custom ICs: von der Spezifikation des Pflichtenhefts über die komplette IC-Entwicklung, Musterproduktion, Serienqualifikation und Dokumentation bis hin zur Großserienlieferung. Seit kurzem zählen auch Standardlösungen zum Programm – zum Beispiel der IO-Link-Systemchip „CCE4500“ für die Punkt-zu-Punkt-Verbindung von Sensoren und Aktoren; mit seiner Hilfe werden Prozess- oder Diagnosedaten bis in die Feldebene der Automation übertragen. Im elektrischen Endtest des Chipanbieters bewähren sich Testsysteme des Berliner Herstellers Dr. Eschke, die sich vor allem durch Flexibilität, ihre Mixed-Signal-Fähigkeiten, schnelle Testverfahren und eine sehr gute Messgenauigkeit auszeichnen.

Bei den Testsystemen beginnt die Messung von Strömen bei 1 nA und reicht gegenwärtig bis zur Nachbildung der Bord-Stromversorgung des Airbus A380 mit einer Generatorleistung von 6 kW und dementsprechend hohen Stromstärken. Mit von der Partie ist das analoge Hochkanalmessmodul „AM4-24“, das über 32 Stimuli- und 64 Akquisitionskanäle mit 24 Bit Auflösung verfügt. Zusätzlich besitzt

Mit den Modulen „DM300-64HV“ können sogar High Pegel bis zu 30 V mit einer Patternrate von 2 MStep/s generiert und analysiert werden. Über die verschiedenen digitalen Scopes kann der Anwender komfortabel mit wenigen Mausklicks parametrierbare Signal-Einhüllende (Envelopes) definieren. Der Vorteil einer schnellen Erstellung der Tests mittels Teach-in von Gut-Signalen und der voll-dynamischen Testung liegt auf der Hand. Der Verlauf auch komplizierter Signale kann exakt überprüft werden. Selbst die Bestimmung der Linearität eines Signalanstiegs über 10 ms mit 1000 Abtastwerten oder gar von 1 µs mit 1000 Abtastwerten (1 GSample/s) ist möglich.

#### KONTAKT

**Creative Chips GmbH,**  
55411 Bingen,  
Tel. 06721 98722-0,  
Fax 06721 98722-70,  
www.creativechips.com

**Dr. Eschke GmbH,**  
12623 Berlin,  
Tel. 030 56701669,  
Fax 030 56701689,  
www.dr-eschke.de

das Testsystem CT300 Meteor mit dem „HP3-AM / 2 X 0V – 52V / 2 X 50W“ ein High-Power-Analogmodul mit der Möglichkeit der Polaritätsumschaltung, galvanischen Trennung und elektronischen Sicherung. Hoch integrierte Scannermodule „SC3“ mit modernen Halbleiterrelais gehören bereits seit drei Jahren zur Standardausrüstung der Tester. Die bekannten aufwändigen und eigentlich unvermeidlichen Reparaturen an elektromechanischen Scannern mit den üblichen Reed-Kontakten entfallen dabei. Zudem sichern automatische Abgleichfunktionen für die Testermodule einen stabilen Einsatz der Testsysteme.

#### Kundenspezifisch auch nach dem Test

Nach erfolgreichem Endtest erfolgt heute überwiegend die Konfektionierung der Chips auf Bänder und Rollen (Tape & Reel). Diese Lieferform gestattet einen effektiven Versand und die Verarbeitung direkt am SMD-Bestückungsvollautomaten des ASIC-Kunden. In selteneren Fällen liefert man auch in Stangen, auf Trays oder in Form von getesteten und gesägten Wafern aus – stets jedoch in vakuumverpackten Spezialbeuteln mit Trockenmitteln, optional auch unter Schutzgas. Kundenspezifisch heißt für die ASIC-Spezialisten aus Bingen, auch bei der Auslieferung ihrer Chips alle möglichen modernen Vertriebssysteme unterstützen zu können, wie Just-in-Time, Kanban oder Konsignationslager. *(ml)*