

## Anwendungen der Leistungselektronik

Moderne Anwendungen in der Leistungselektronik zielen ab auf den Einsatz von Leistungsmodulen mit integrierter Steuerlogik in vielen Applikationen der e-Mobility, der Energietechnik, der Medizintechnik, der Erzeugung, Übertragung und Speicherung regenerativer Energie sowie der autarken dezentralen Sensorik / Aktorik.

Unter Beachtung der Formfaktor-Anforderungen werden miniaturisierte, hochintegrierte Module benötigt. Neue Konzepte der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) fokussieren sich darauf, vertikale Chip-Stapel-Architekturen (w/o TSV) oder ‚embedding‘ Lösungen zu entwerfen.

Die Erhöhung der Integrationsdichte auf Modulebene ist durch den Übergang von lateralen zu 3D-Bauweisen erreichbar. Damit verschärfen sich die Herausforderungen bezüglich Verlustleistungsmanagement und Signalintegrität innerhalb der Module, bei gegebener optimierter AVT. Durch den dafür erforderlichen Mix unterschiedlicher Halbleiter- und Packagingtechnologien, die gesteigerte Materialvielfalt und das 2D-, 2 1/2D- und 3D-Design erhöht sich die Komplexität der Baugruppen verbunden mit einem Anstieg potentieller Ausfallrisiken. First Pass Yield und technische Zuverlässigkeit der modularen Aufbauten stellen höchste Anforderungen an die zu gewährleistende Sicherheit und Lebensdauer im Feld. Die technologische Entwicklung komplexer Leistungsmodule muss mit den Anforderungen an die Qualitätssicherung in einer zukünftigen Serienfertigung und mit der Absicherung der Zuverlässigkeit verbunden werden.

Dies umfasst die Identifizierung der beim Einsatz neuer Materialien und Technologien sowie beim Betrieb bei deutlich erhöhten Temperaturen auftretenden Defektmechanismen und Langzeitdegradationen, die Weiterentwicklung dafür benötigter Verfahren der zerstörungsfreien (NDE) und zerstö-

renden (DE) Diagnostik, abgeleiteter Verfahren für eine NDE-Qualitätskontrolle, die Entwicklung angepasster Material- und Schädigungsmodelle für die Lebensdauervorhersage sowie geeignete neue Simulationstools. Der Integrationsgrad von leistungselektronischen Systemen für z.B. Wind Power, industrielle und automotiv Antriebe, Healthcare-Applikationen und LED-Beleuchtungssysteme dominiert künftige Prozessentwicklungen. Das Maß an Integration wird insbesondere durch das thermische Management bestimmt, das hierdurch auch entscheidenden

Einfluss auf die Systemkosten, die Systemlebensdauer und den Wirkungsgrad hat – und somit auch auf die Energieeffizienz des Systems. Um den applikationsabhängigen optimalen Arbeitspunkt der fünf Parameter (Temperatur, Wirkungsgrad, Integrationsgrad, Lebensdauer, Kosten) umsetzen zu können, müssen aufeinander abgestimmte Qualifikationsarbeiten durchgeführt werden. Dies betrifft die Bereiche funktionales, mechanisches, elektrisches und thermisches Design (inklusive Simulation und Modellierung), Bauelementtechnologie, Substratechnik

(z.B. Gradientenwerkstoffe) und funktionsoptimierte Verbindungswerkstoffe sowie die Produktionstechnologien. Des Weiteren stellen Lebensdauer, Zuverlässigkeit und Fehlerfreiheit im Einsatz ein zentrales, über den Produkterfolg, die Folgekosten und die Kundenakzeptanz – und damit über die Marktfähigkeit – entscheidendes Kriterium dar.

Um am Weltmarkt mit diesen Innovationen erfolgreich zu sein, müssen wir über geeignete produktionstechnische Voraussetzungen der Systemintegration verfügen, um derartige komplexe und hocheffiziente Module in Serienproduktion und entsprechend kompatiblen Innovationszyklen fertigen zu können.

*Prof. Dr. Hans-Jürgen Albrecht*  
Siemens AG

