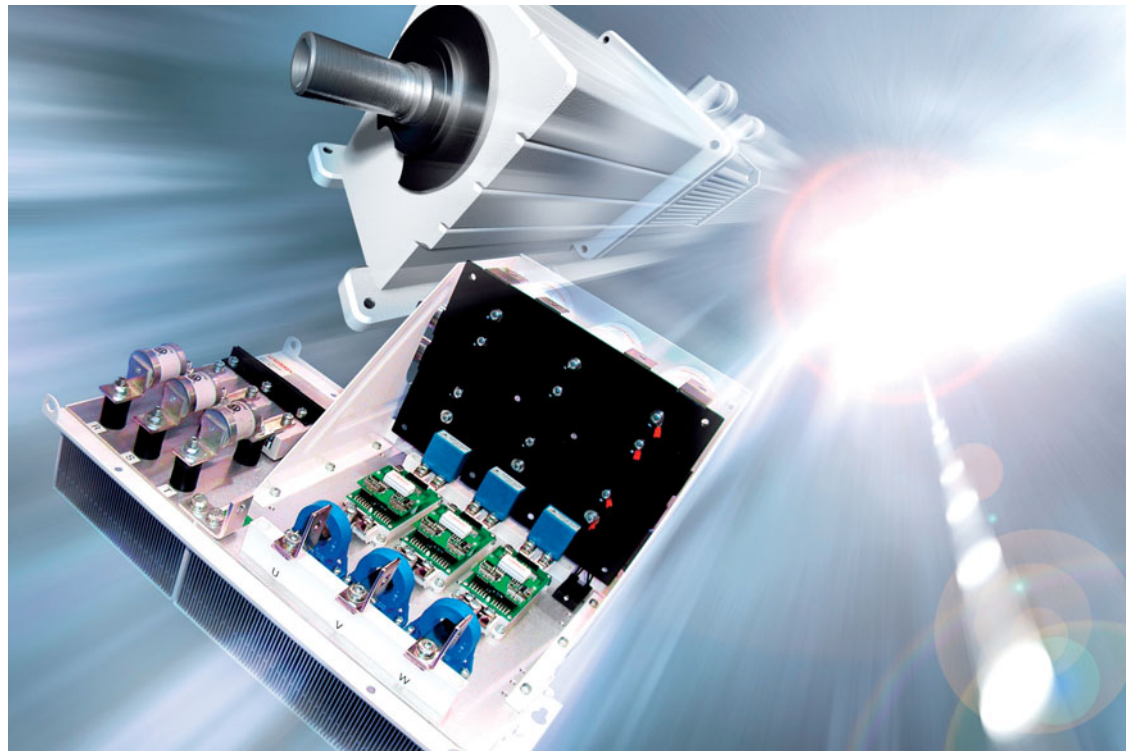


Antriebs-Power

Trends in der Entwicklung neuer Leistungselektronik-Module

Neue Entwicklungen im Bereich der Leistungselektronik werden von den ständig steigenden Anforderungen in Bezug auf höhere Leistungsdichten, Systemintegration, Robustheit und größere Zuverlässigkeit getrieben. Gleichzeitig wächst die Forderung nach niedrigeren Kosten, standardisierten Schnittstellen sowie einem flexiblen und modularen Produktportfolio. PETER BECKEDAHL, ASEEM WAHI



Leistungshalbleiter haben in den letzten Jahren eine Stromdichtensteigerung von rund 50 Prozent erreicht, jetzt muss vor allem an neuer Aufbau- und Verbindungstechnik gearbeitet werden



PETER BECKEDAHL
ist Leiter Forschung und
Entwicklung bei der Semikron
International GmbH in Nürnberg

KONTAKT
T +49/911/6559-155
peter.beckedahl@semikron.com



ASEEM WAHI
ist Leiter Strategisches Marketing
bei der Semikron International
GmbH in Nürnberg

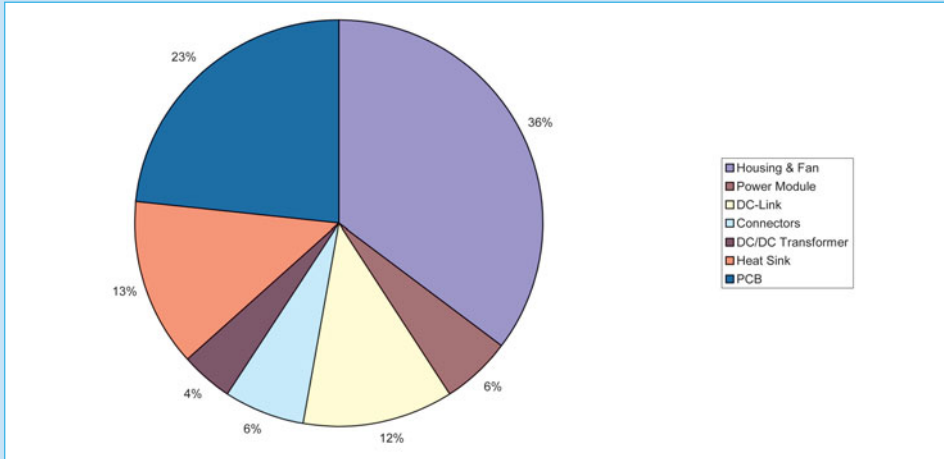
KONTAKT
T +49/911/6559-243
aseem.wahi@semikron.com

In den vergangenen Jahren hat sich die Leistungselektronikbranche im Wesentlichen mit der Entwicklung und der Markteinführung neuer leistungsfähiger Chips sowie auf einen bestimmten Zielmarkt gerichteten Chipgenerationen beschäftigt. So haben sich neben dem Standard-IGBT-Modul auch Spezialtypen etabliert, die auf besondere Kundenanforderungen optimiert wurden. Die so genannte Low-Loss-Serie ist auf eine niedrige Durchlassspannung optimiert. Die damit verbundenen erhöhten Schaltverluste machen diese Modulgeneration jedoch lediglich für Anwendungen mit niedrigen Schaltfrequenzen attraktiv. Im Gegenzug wurden Ultra-fast-Typen entwickelt, die speziell auf hohe Schaltfrequenzen optimiert sind. Durch den kurzen Tail-Strom können diese IGBTs auch ideal in resonant schaltenden Umrichtern eingesetzt werden. Neue Chipgenerationen sind auch immer mit

höheren Stromdichten und somit größeren Leistungen bei gleicher Modulgröße verbunden. Die neuen Trench- und SPT-IGBTs setzen diesen Trend fort und erweitern das Spektrum der verfügbaren Bauteile weiter.

Hohe Stromdichten

In der neuesten Trench-IGBT- sowie CAL-Freilaufdioden-Generation werden mittlerweile Stromdichten von mehr als 200A/cm² Chipfläche erreicht. Diese hohen Stromdichten führen dazu, dass bestehende Gehäusegrößen immer leistungsfähiger werden und für bestehende Stromklassen immer weniger Chipfläche benötigt wird. So hatte im Jahr 1999 das größte 1.200V-Halbbrückenmodul von Semikron einen Nennstrom von 400 A. Im gleichen Package ist heute ein Nennstrom von 600 A verfügbar. Diese zunehmende Leistungsdichte stellt sowohl



Vergleich Komponenten/Volumen in einem modernen 2,2kW-Antrieb

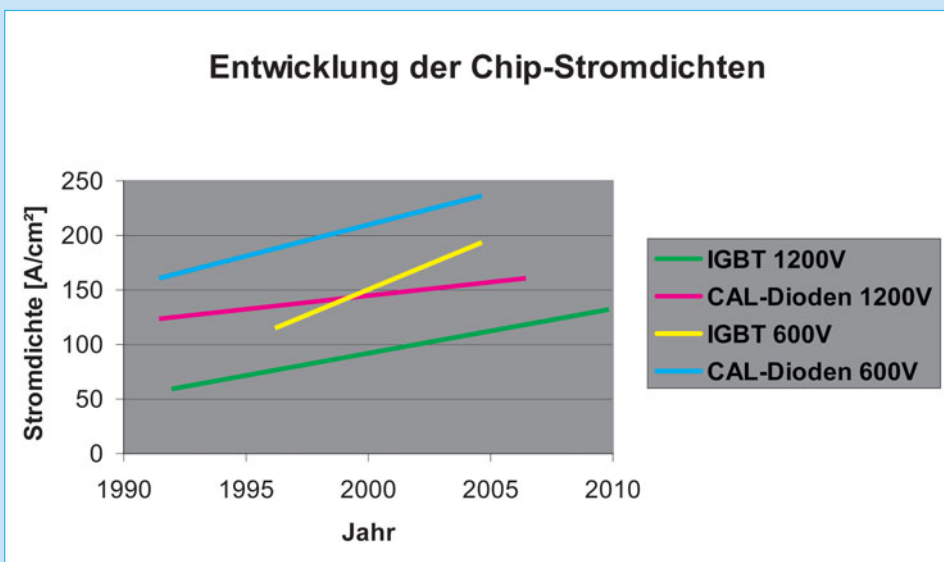
die Hersteller von Leistungsmodulen als auch die Anwender vor neue Herausforderungen.

Die Größe eines Umrichters wird schon lange nicht mehr durch die Leistungshalbleiter-Module dominiert. Passive Bauteile wie Kondensatoren, Induktivitäten und Filter bestimmen die Baugröße. Dies gilt besonders für Antriebe im kleinen Leistungsbereich, wie eine Studie der ECPE (European Center for Power Electronics) belegt. Bei einem modernen Motorantrieb der 2,2kW-Klasse macht das Volumen der gesamten Leistungselektronik lediglich 6 Prozent des Bauteilvolumens aus und nimmt damit genauso viel Raum ein wie die Kabelanschlüsse. Die Zwischenkreis-Kondensatoren haben mit 12 Prozent das doppelte Volumen und der meiste Raum wird von der Ansteuerplatine benutzt (23 Prozent), die neben der Regelelektronik auch die Spannungsversorgung sowie den EMI-Filter umfasst. Auch bei großen Umrichter-Systemen setzt sich dieser Trend fort. Die Leistungselektronik wird immer kleiner und die passiven Bauteile sowie Kabel und Stromschielen bleiben weitestgehend gleich. Die Größe moderner Bauteile wird heute vielfach nicht

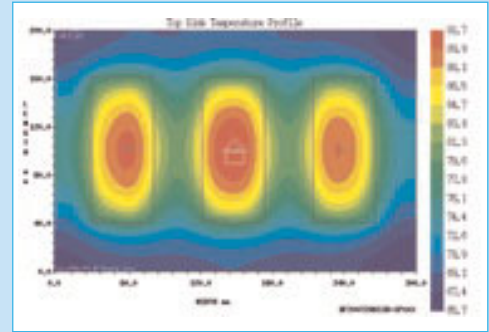
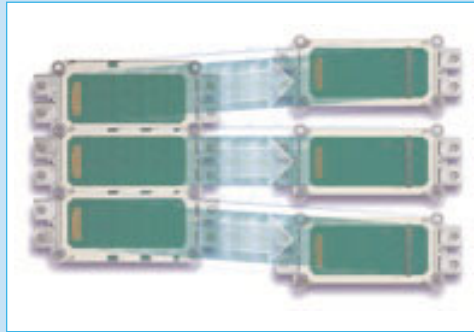
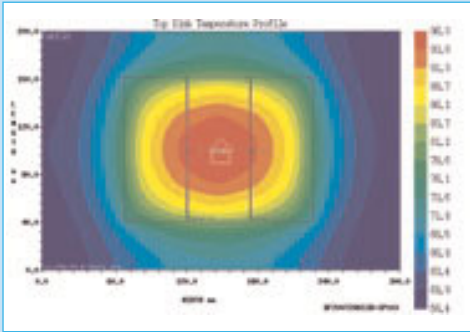
mehr durch die Fläche der Halbleiterchips dominiert, sondern ist durch die Größe der Anschlüsse vorgegeben. Somit können die Leistungselektronik-Module nicht in ähnlichem Maße kleiner und kostengünstiger werden, wie man aufgrund der Reduktion der Chipgröße vermuten würde. Des Weiteren üben die großen Kabelquerschnitte und Zwischenkreisverschiebungen bei Vibrationen zum Teil erhebliche Kräfte auf die Module aus, was sich negativ auf die Zuverlässigkeit der Verbindungselemente auswirken kann. Zugentlastungen sowie zusätzliche mechanische Befestigungen von Zwischenkreisen werden beim Umrichterdesign daher immer wichtiger.

Herausforderung Kühlung

Die zunehmende Leistungsdichte der Halbleitermodule stellt zudem den Anwender vor ein wachsendes Kühlungsproblem. Die Module werden bei gleicher Leistung immer kleiner. Das Verhältnis Verlustleistung zu Modulfläche steigt, womit auch die Anforderungen an den



Stromdichten der verschiedenen Chipgenerationen



Positiver Effekt der Wärmespreizung: Die maximale Kühlkörpertemperatur reduziert sich, wenn die Module mit Abstand auf dem Kühlkörper montiert werden

Kühlkörper wachsen. Bei luftgekühlten Systemen ist es oft nicht mehr möglich, die maximale Modulleistung auszunutzen, da ein Anstieg der Kühlkörpertemperatur aus Zuverlässigkeitsgründen nicht ratsam ist. Für eine bessere Ausnutzung des Kühlkörpers ist es nötig, die Wärmequellen zu verteilen und somit Hotspots entgegenzuwirken. Mit der Einführung des SEMiX-Moduls hat Semikron hier einen neuen Trend gesetzt und statt eines integrierten, kompakten Sixpack-Moduls einzelne, aneinander reihbare Halbbrückenmodule angeboten.

Bei Luftkühlung können die Module mit Abstand montiert werden. Die damit verbundene Wärmespreizung führt zu einer deutlich niedrigeren Modul-Bodenplattentemperatur und ermöglicht mehr Ausgangsleistung. Der positive Effekt der Wärmespreizung ist im Bild oben dargestellt. Die maximale Kühlkörpertemperatur reduziert sich in diesem Beispiel von 96 auf 91 °C, wenn die Module mit Abstand auf dem Kühlkörper montiert werden. Es ist jedoch auch möglich, die Halbbrücken in einer Sixpack-Einheit zu integrieren, wodurch sich beim Einsatz von Wasserkühlung ultrakompakte Lösungen mit sehr hohen Leistungsdichten realisieren lassen.

Um neue Chipgenerationen mit weiter steigenden Stromdichten nutzen zu können, suchen die Forscher schon seit langem nach einer neuen Aufbau- und Verbindungstechnik. Bisher konnte sich jedoch wegen mangelnder Zuver-

lässigkeit und Flexibilität noch keine neue Technologie etablieren. Neue Verbindungstechniken werden zudem durch den Wunsch nach einer höheren Integration (Treiberschaltungen, passive Bauteile) als auch beidseitiger Chipkühlung vorangetrieben. Hier wurden erhebliche Fortschritte durch mehrlagig metallisierte Aufbauten, Solder Bumps und auch Flexboards gemacht. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis diese hoch integrierten Technologien auch in kommerziellen Leistungselektronik-Modulen zu finden sind.

Plattformentwicklungen

Zusätzlich zu den erwähnten technologischen Herausforderungen spielt der Plattformgedanke eine immer stärkere Rolle in der Leistungselektronik. Dabei geht es um die Entwicklung von Basisbaugruppen, die als Plattform für unterschiedliche Produktfamilien oder Ausführungen dienen. Die Automobilindustrie war der Vorreiter dieses Konzepts, wenn man etwa an die identischen Motoren- oder Chassisbaugruppen der unterschiedlichen Fahrzeugmodelle eines Herstellers denkt. Antriebshersteller gehen einen ähnlichen Weg mit ihren Umrichtern, sind aber seitens der Halbleiterhersteller bisher in dieser Richtung nur unzureichend unterstützt worden.

Bei den bisher angebotenen Halbleitermodulen erkennt man eine große Vielfalt von nicht kompatiblen Bauformen und Anschlusskonzepten, die es dem Kunden erschweren, eine durchgehende Umrichterreihe auf Basis standardisierter Baugruppen und Module zu realisieren. Mit der SEMiX-Plattform hat Semikron nun diese Lücke für Leistungen von 15 bis 150 kW geschlossen. Ausgehend von einem Basismodul, werden mit Hilfe unterschiedlicher Gehäuserahmen verschiedene Ausführungsformen mit unterschiedlichen Leistungsklassen, Topologien und Integrationsstufen nach Kundenwunsch realisiert.

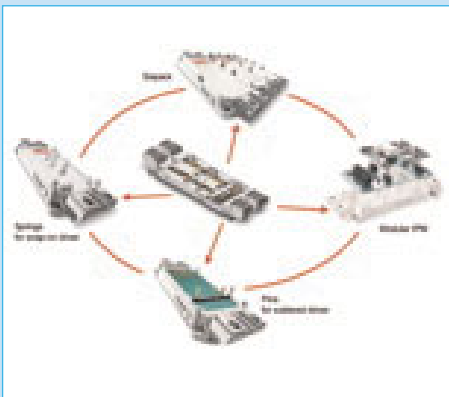
Das Basismodul selbst ist in vier Gehäusevarianten für unterschiedliche Stromklassen und Topologien verfügbar. Alle Gehäusevarianten basieren auf der gleichen internen Konstruktionsplattform, so dass die Schnittstellen zum

Zwischenkreis und dem Treiber über das gesamte Leistungsspektrum identisch bleiben. Beim SEMiX kann dadurch eine vorproduzierte Plattformkomponente bevorratet werden, die dann sehr schnell kundenspezifisch komplettiert und geliefert werden kann. Für den Umrichter-Designer bietet sich so die Möglichkeit einer einfachen Leistungs- und Funktionsskalierung bei gleichzeitiger Reduktion der Entwicklungskomplexität und der Entwicklungszeit. Der Trend geht hier nun zu kundenspezifischen Topologien und einer consequenten Erweiterung des Produktspektrums.

Eine weitere Forderung ist die optimale Anbindung der Peripherie eines Leistungsmoduls. Das bedeutet zum einen kurze und flexibel ausführbare Leistungsanschlüsse und zum anderen die Anbindung des Treibers. Hier bietet der SEMiX erstmals die Möglichkeit, den Treiber direkt oberhalb des Leistungsmoduls zu montieren und so sehr kurze Verbindungswege zu schaffen.

Fazit

Bedingt durch neueste Chiptechnologie haben moderne Leistungshalbleiter in den letzten Jahren eine Stromdichtensteigerung von rund 50 Prozent erreicht. Dieser Trend stellt erhöhte Anforderungen an die Aufbau- und Verbindungstechnik der Leistungshalbleiter-Module sowie an deren Kühlung. Für luftgekühlte Systeme werden heute bereits vielfach ökonomisch sinnvolle Grenzen erreicht. Verschiedene verfügbare Chiptechnologien bieten anwendungsspezifische Vorteile hinsichtlich optimierten Durchlassverlusten oder hohen Schaltfrequenzen. Gepaart mit der neuen Modulbaureihe SEMiX kann Semikron eine breite modulare Produktpalette anbieten, die auch kundenspezifische Topologien ermöglicht. ■



SEMiX: Ausgehend von einem Basismodul, lassen sich verschiedene Ausführungen realisieren

Beitrag als PDF auf www.aud24.net

more @ click AD035203 >