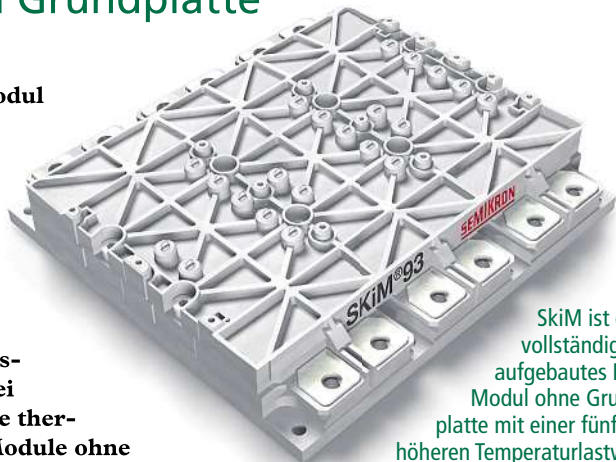


Leistungselektronik

Power-Module

Ohne Lot und Grundplatte

Von einem Leistungsmodul erwartet man heute die ungestörte Funktion über die gesamte Lebensdauer des Systems. Die Eliminierung der Grundplatte bietet konstruktiv deutliche Vorteile für die Zuverlässigkeit. Insbesondere bei Belastung durch passive thermische Zyklen ist für Module ohne Grundplatte eine deutliche Erhöhung der Lebensdauer zu erwarten.



SKiM ist ein vollständig lotfrei aufgebautes Power-Modul ohne Grundplatte mit einer fünffach höheren Temperaturlastwechselfähigkeit im Vergleich zum gelöteten Modul

Uwe Scheuermann*

Der durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten von Grundplatte und Substraten erzeugte Stress in einem Power-Modul spielt bei der Herstellung und im Betrieb eine wichtige Rolle. In der Anwendung erfährt ein Leistungsmodul erhebliche Temperaturschwankungen. Einerseits werden diese Temperaturzyklen durch die im Leistungsbauelement erzeugte Verlustleistung hervorgerufen. Diese aktiven Temperaturzyklen sind bestimmt durch die eingepreiste Verlustleistung und den Wärmewiderstand des Moduls. Prinzipiell ist es möglich, den Temperaturhub zu verringern, indem man die Siliziumfläche der Bauelemente vergrößert und so den Wärmewiderstand reduziert. Bei passiven Temperaturzyklen andererseits ist dies nicht möglich. Passive Zyklen entstehen durch eine Temperaturänderung der Umgebung. Für ein Leistungsmodul werden solche Belastungen durch eine Temperaturänderung des Kühlkörpers hervorgerufen, die wiederum auf eine Änderung der Kühlmitteltemperatur oder durch die Verlustleistung anderer Bauteile erzeugt werden kann. Für die Belastbarkeit durch passive thermische Zyklen ist allein die Modulkonstruktion entscheidend, sie kann nicht durch mehr Siliziumfläche gesteigert werden.

Stress führt zur Delaminierung der Lotverbindung

Die Auswirkungen passiver Temperaturzyklen auf ein klassisches Leistungsmodul mit Cu-Grundplatte zeigt Bild 1. Durch passive thermische Zyklen (-40 bis 125 °C) wird aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Grundplatte und Substrat in der Lötung

ein erheblicher Stress erzeugt, der schon nach 150 Zyklen zu Delaminierungen in der Lotverbindung führen. Im Scanning Acoustic Microscope (SAM) zeigen sich diese Delaminierungen als helle Flecken, die von den Substratecken zum Zentrum wachsen. Die starke Reflexion an diesem Spalt führt dazu, dass in den tieferen Schichten kaum noch Intensität vorhanden ist. Daher zeigen die Aufnahmen der Chipplötung im Bereich dieser Delaminierungen schwarze Flecken. Dieses Artefakt der Aufnahme erlaubt aber, den Fortschritt dieser Schädigung in Hinblick auf die Chipposition zu bewerten: Nach 200 Zyklen ist bei beiden Lotsystemen (bleifrei oder bleihaltig) die Schädigung bereits bis unter der Chip vorgedrungen. Für Module ohne Grundplatte wird dieser Fehlermechanismus völlig ausgeschaltet, da hier keine stoffschlüssige Verbindung auf der Substratunterseite mehr vorhanden ist. Damit lassen sich Leistungsmodule herstellen, die hinsichtlich der passiven Temperaturwechselfähigkeit den klassischen Modulen deutlich überlegen sind.

Bild 2 zeigt ein Zwischenergebnis einer passiven Temperaturwechselprüfung an einem SKiM-Modul, bei dem auch die Chipplötungen durch eine zuverlässigere Ag-Sinterverbindung ersetzt wurden. In diesem Test sollen sechs Module bis zum Ausfall getestet werden. Da eine Alterung der Sinterschicht nicht zu erwarten ist, werden in Zwischenmessungen die Sperrfähigkeit der Chips und Isolationsfähigkeit der Substrate überwacht. Der Test zeigt nach 1300 Temperaturzyklen noch keinen Ausfall. (ku) SEMIKRON Tel. +49(0)911 65590

www.elektronikpraxis.de

InfoClick 314221

*Dr. Uwe Scheuermann ist Manager Produktzuverlässigkeit bei SEMIKRON, Nürnberg.

Modul	VOR dem Test	NACH 150 Temperaturzyklen (-40°C/+125°C)	NACH 200 Temperaturzyklen (-40°C/+125°C)
RoHS-konform (bleifrei)			
RoHS-konform (bleifrei)			
Bleihaltige Substratlötung			
Bleihaltige Substratlötung			

SAM-Aufnahme von Grundplattenmodulen vor und nach Temperatur-Schocktest mit -40/+125 °C. Die Delaminierung der Substratlötung beginnt an den Substratecken (helle Bereiche) und reicht nach 200 Wechseln bereits unter den Chip.

antriebstechnik und entwicklungs gmbh

- kundenspezifisch
- flexibel/individuell
- persönlich

Hochleistungsantriebe
Torqueantriebe
Hochgeschwindigkeitsantriebe

500 kW
5000 Nm
500.000 1/min

ate antriebstechnik und entwicklungs gmbh
Brandenburger Straße 10 • D-88299 Leutkirch im Allgäu
info@ate-system.de

www.ate-system.de

HANNING
moving ideas

SPS/IPC/DRIVES · 24. – 26.11.2009
Halle 1, Stand 1-348

Unser Antrieb bringt Sie voran!

Hohe Leistungsdichte, optimale Energieeffizienz und maßgeschneiderte Bauformen kennzeichnen unsere Synchronantriebe. In Kombination mit Engineering Know-how und kreativen

Ideen entwickeln wir in enger Zusammenarbeit mit Ihnen passgenaue und innovative Synchronantriebssysteme. Rufen Sie uns an und setzen Sie auf zukunftsweisende Technologien.

HANNING ELEKTRO-WERKE GmbH & Co. KG · Holter Straße 90 · D-33813 Oerlinghausen
Tel +49 (5202) 707-0 · Fax +49 (5202) 707-301 · info@hanning-hew.com · www.hanning-hew.com