

Alternative zum DCB für Hochleistungsstufen

Alternative zum DCB für Hochleistungsstufen

Bernd Löser, Dieter Brunner, ANCerem, Bindlach

Aluminiumnitrid-Substrate, Kühler und Bauteile haben in den letzten Jahren vermehrt Anwendungen in der Leistungs- und Mikroelektronik gefunden. Ihre hohe Wärmeleitfähigkeit, kleiner Ausdehnungskoeffizient und gute Temperaturwechselbeständigkeit werden heute in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Antriebstechnik von U- und S-Bahnen genutzt. Leistungshalbleiter mit Verlustleistungen bis 4 kW lassen sich auf den neuentwickelten Cu-AIN-Verbundsubstraten in ABC-Technik effektiv kühlen.

Aluminiumnitridkeramik (AlN) wird für Substrate, Gehäuse und Kühler gewählt, wenn die Thermo-mechanischen Eigenschaften oder die über den Träger abzuführende Verlustleistung mit konventioneller Aluminiumoxidtechnik nicht mehr zu beherrschen sind. Typische Beispiele sind hochintegrierte Dickschicht- und Dünnschichtschaltungen, wassergekühlte Leistungsstromrichter (GTOs, IGBTs) in Schienenverkehrssystemen moderner Art (Bild 1), thermowechselbelastete Substrate in der Satellitentechnik, Sende- und HF-Diodenträger sowie verschiedenartigste Bauteile in der Verteidigungstechnik.

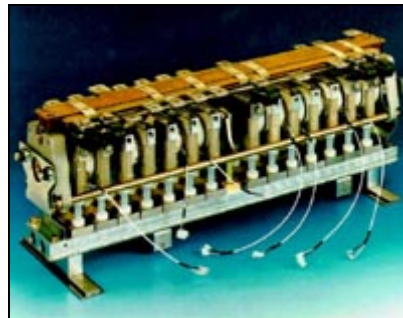


Bild 1: Wassergekühlter Leistungsstromrichter für U-Bahnen mit ANCerem-Modulen

Konventionelle Metallisierungsverfahren wurden in den letzten Jahren für das AlN zur Serienreife entwickelt und zunehmend angewandt (Dünnschichttechnik, Siebdruck von Ag, AgPd-, Gold- und Widerstandspasten, W-Ni, MoMn-Ni).

Gerade für die Leistungselektronik sind stromtragfähige Leiterbahnen zwingend erforderlich. Kupfer verbindet die gewünschte hohe elektrische mit einer extrem guten thermischen Leitfähigkeit. Probleme ergaben sich bisher durch die stark unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Keramik und Kupfer. Das für Al_2O_3 seit Jahren angewandte DCB-Verfahren wurde zwar im Labormaßstab für AlN weiterentwickelt, jedoch ist die Haftung der Kupferschichten gerade wegen der für die Verbindung AlN-Cu benötigten oxidischen Zwischenschicht verbesserungswürdig. Diese verfahrensinnige Oxidschicht bedingt auch eine niedrige Teilentladungsspannung und geringe Teilentladungsfestigkeit des AlN-DCB-Verbundes.

Die neu entwickelte ABC (active brazed copper) – Variante verspricht auf AlN-Substraten eine Kombination von hoher mechanischer Haftfestigkeit der Kupferleiterbahnen sowie, bedingt durch die direkte metallische Anbindung, niedrigste Teilentladungseinsetzspannung und gute TE-Festigkeit. Im Vergleich zum DCB auf Aluminiumoxidkeramik ist die Teilentladung mit z.B. 3 pC bei 3 kV bei ABC-Aluminiumnitrid um den Faktor 20 niedriger.

Alternative zum DCB für Hochleistungsstufen

Das ABC-Verfahren

Das Verbindungsverfahren beruht auf der Verwendung aktivierender Metalle wie Titan, Zirkon, Hafnium u.a.. Bewährt hat sich v.a. das Titan.

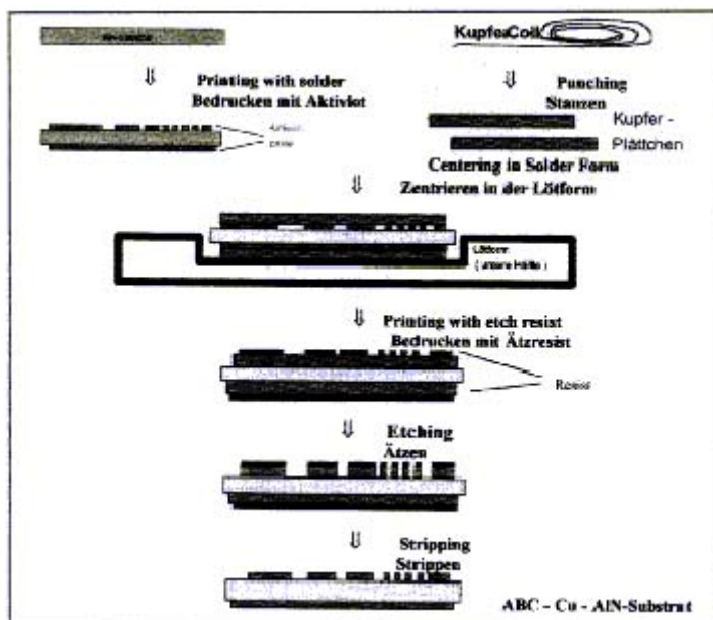


Bild 2: Produktionsfluß eines ABC-Substrats

Die Aktivlote werden als Folie oder Paste vollflächig oder strukturiert auf die gereinigte AlN-Keramik gedruckt und getrocknet (Bild 2). In einer Lötform werden das Substrat sowie beidseitig Kupferfolien zentriert und diese dann gemeinsam einer Temperaturbehandlung bei etwa 900 °C unter Schutzgas oder Vakuum unterzogen. Dabei verbindet das aktive Metall die Lotlegierung mit der Keramik einerseits, die eutektische AgCu-Phase die Lotlegierung mit dem Kupfer.

Nach einer kontrollierten Abkühlphase werden die AlN-Cu-Substrate entformt und mit einem Ätzresist bedruckt. Die anschließende Strukturierung erfolgt über konventionelle Sprühätztechniken (Bild 3, 4).

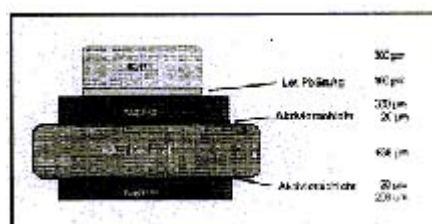


Bild 3: Teil eines Testsubstrats vor dem Cu-Ätzen **Bild 4:** Querschnitt eines typischen ABC-Substrats
ANCeram-ABC-Substrate befinden sich bei mehreren Schlüsselkunden in Europa im Test; der Anlauf der Serienfertigung ist noch vor Jahresende vorgesehen.