

Bondingdraad good-bye

Dubbele stroomdichtheid bij vermogens halfgeleiders

Onlangs kondigde de firma Semikron, bekend van de modules voor schakel- en vermogenstoepassingen, aan dat ze in een ver gevorderd stadium zijn om hun modules een stuk kleiner te kunnen maken. Zij hebben namelijk een systeem ontwikkeld om de inwendige bondingdraden te kunnen vervangen waardoor de modules kleiner kunnen worden. Tegelijkertijd mag er daarbij een grotere stroom door de componenten lopen en daalt de warmteweerstand tussen het halfgeleiderelement en de behuizing aanzienlijk. Deze techniek, genaamd SKiN technologie, zal over niet al te lange tijd in veel van hun modules toegepast worden. Nu al mogen we u laten zien wat de voordelen van deze nieuwe ontwikkeling zullen zijn.

Voor u is het niets nieuws als we zeggen dat elektronica steeds kleiner en krachtiger moet worden en dat tegelijkertijd de betrouwbaarheid minstens even groot moet blijven (lieft zelf toenemen). Ook wordt er vaak gevraagd dat de levensduur langer wordt. Helaas zijn dit eisen die vaak tegenover elkaar staan. Kleiner betekent veelal een groter probleem met de warmteafvoer, iets waaraan natuurlijk de betrouwbaarheid en de levensduur rechtstreeks gekoppeld zijn. Gelukkig verandert er veel. Geïntegreerde schakelingen worden kleiner, verbruiken minder energie en kunnen telkens meer. Kijken we echter naar de componenten voor schakel- en vermogenstoepassingen, dan zorgt de warmtehuishouding en de grote stromen er voor dat ze met de huidige, veel gebruikte technologie niet echt veel kleiner kunnen. Gelukkig is er ook hier een ontwikkeling op komst waardoor ook de 'zware jongens' van de elektronica een stuk kleiner kunnen.

Flexibele folie

De modules van Semikron bestaan uit een substraat waarop de gewenste chips gemonteerd worden. Normaal werden de aansluitingen met bondingdraden uitgevoerd. Deze bondingdraden hebben relatief veel ruimte nodig en vormen een beperkende factor voor de stroom. Ook leveren ze geen bijdrage bij de afvoer van warmte. Sterker nog, ze worden zelf ook warm en daar schuilt een groot nadeel in. Door de warmteontwikkeling in de bondingdraden zetten deze uit om vervolgens weer te krimpen als ze afkoelen. Dit levert mechanische belastingen op die er voor kunnen zorgen dat na verloop van tijd de draden breken. Om van de problemen rond de bondingdraden af te komen, ontwikkelde Semikron een aantal revolutionaire verbindingstechnologieën die bondingdraad, soldeer en warmtegeleidende pasta overbodig maken.

Het gaat om de zogenaamde SKiN technologie waarbij de bondingdraden door een flexibele folie worden vervangen. In de tekening in figuur 1 is te zien waar het om gaat. Afgebeeld is de drager waarop de chips gemonteerd zijn. Hierover heen komt de folie waarop geleidende banen zijn aangebracht die voor de verbinding zorgen. De banen zijn breder en kunnen daardoor meer stroom geleiden dan de traditionele bondingdraden. De stroomdichtheid verdubbelt zelfs van 1,5 A/cm² naar 3 A/cm². Dit resulteert in een hogere



Figuur 1. De SKiN technologie vervangt bondingdraden door een flexibele folie en de soldeerverbindingen en warmtegeleidende pasta door sinterverbindingen.

stroomdichtheid en een 10 maal hogere loadcycle, iets wat ondenkbaar was met vermogenshalfgeleiders met de limiterende bondingdraden. De banen op de folie hebben ook minder last van mechanische belastingen door warmte dan bondingdraden, iets dat de levensduur van de module ten goede komt. Bedenk ook dat de folie een verbinding maakt met het gehele chip oppervlak, terwijl bij bondingdraden het contactvlak vrij klein is (zie figuur 2).

Gesinterd

De folie wordt niet gesoldeerd, maar gesinterd. Dit is een verbindingstechniek waarbij speciaal zilverpoeder onder druk en een verhoogde temperatuur tot een verbindingslaag wordt geperst. Deze verbinding heeft een veel lagere thermische weerstand omdat het materiaal beter warmte geleidt en ook nog eens dunner is dan een traditionele soldeerverbinding. Omdat zilver een hogere smelttemperatuur heeft, gaat de verbinding kwaliteit ook niet achteruit als de temperatuur van de chip hoog wordt (o.a. te zien aan de achteruitgang van de R_{th} , zie figuur 3). Dit resulteert er in dat de maximale junctiontemperatuur een stuk hoger mag zijn. Temperaturen boven 150 °C zijn dan ook geen enkel probleem.

Ook de chip wordt op de drager gesinterd. Warmtegeleidende pasta, die voor ca. 30% van de thermische weerstand van een compleet systeem verantwoordelijk is, is dus niet meer nodig omdat de verbinding van zichzelf al optimaal is. De chips kunnen dus thermisch en elektrisch optimaal worden verbonden waarbij ook nu de verbindingstechnologie er voor zorgt dat de bedrijfstemperaturen hoger mogen zijn waardoor nieuwe materialen zoals SiC en GaN compromisloos en optimaal kunnen worden benut.

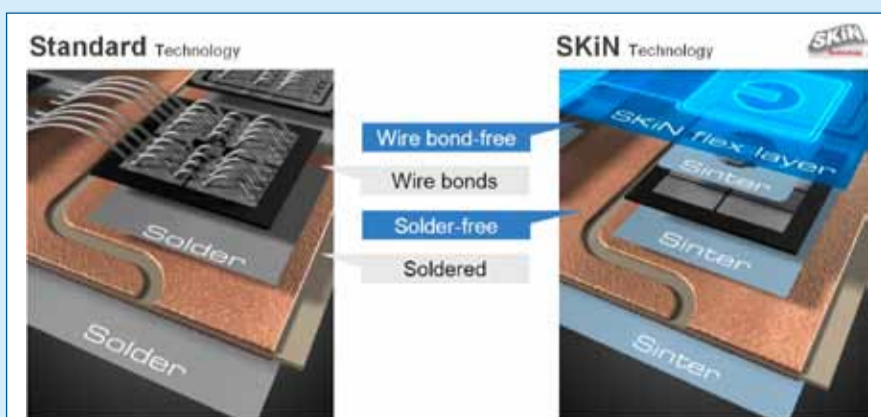
Kleiner en beter

De SKiN technologie zorgt er voor dat de modules aanmerkelijk kleiner kunnen worden. De ruimte voor de bondingdraden komt te vervallen waardoor de hoogte aanzienlijk lager wordt. Het resultaat hiervan is dat bijvoorbeeld een frequentieregelaar 35% kleiner kan worden. Zo wordt het bijvoorbeeld door de SKiN technologie voor het eerst mogelijk om een 3 MW inverter in één enkele schakelkast onder te brengen. Een inverter met een vermogen van 90 kW voor elektrische en hybride voertuigen wordt 35% kleiner dan de kleinste op de markt verkrijgbare inverter. Daarbij komen de hogere betrouwbaarheid en de grotere stroomdichtheid van de componenten. Al met al een technologie dus waarvan we het nodige mogen verwachten.

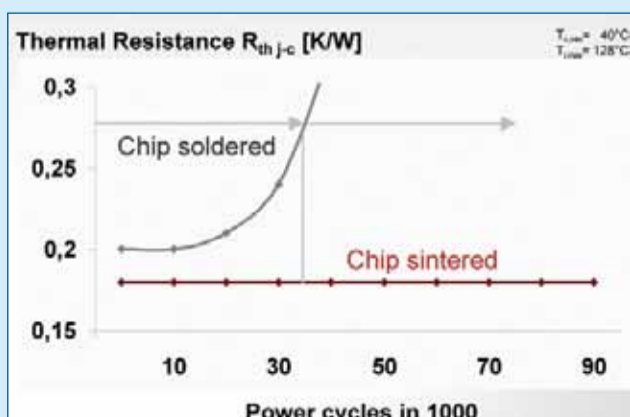
Voor meer informatie www.etotaal.nl/achtergrond
Artikel: Bondingdraad good-bye

www.semikron.com

Ewout de Ruiter



Figuur 2. Deze figuur laat duidelijk zien wat het verschil is tussen de normale technologie en de SKiN technologie.



Figuur 3. Soldeerverbindingen gaan sterk achteruit als de temperatuur geregeld vrij hoog wordt.