



# SiC, GaN och Si – vad är bäst?



Jämfört med kisel ger halvledare med brett bandgap (WBG) bättre energi-effektivitet och prestanda. I kombination med höga driftstemperaturer har det lett till att komponenter tillverkade i kiselkarbid (SiC) och galliumnitrid (GaN) blivit allt populärare.

En nackdel är att de är dyrare i inköp. För det första är det fortfarande relativt nya tekniker så tillverkningen är ännu inte lika väloljad som för rena kiselprocesser. För det andra är kiselkarbid ett hårdare material än kisel vilket innebär att det tar längre tid att dela, slipa och polera.

Hur ska man som konstruktör tänka när man ska välja kraftkomponenter?

## Kisel och material med brett bandgap

Förnybar energi och elbilar kräver att man får ut maximalt av varje tillgänglig watt. Detta är en av huvudorsakerna till det växande intresset för kraftelektronik med nya material.

Förbättrad verkningsgrad leder också till andra fördelar. Genom sin bättre effektivitet har kraftelektronik med SiC och GaN också lägre behov av leda bort värme. Dessutom kan SiC arbeta vid högre temperaturer än kisel; upp till 200°C. Sammantaget innebär detta att du kan förbättra din termiska och mekaniska design bland annat genom att minska behovet av skrymmande kylflänsar och kylmekanismer. Resultatet blir en mindre produkt. De högre driftstemperaturerna kommer också att vara särskilt attraktiva för vissa industri- och fordonsapplikationer.

Eftersom krafthalvledare i WBG-material är dyrare kommer de inte att vara lämpliga för alla användningsområden. Om du till exempel konstruerar billiga nätaggregat för konsumenter är det osannolikt att de effektivitetsbesparingar som GaN eller SiC kommer att ge motiverar deras högre pris.

## Av Thomas Hauer, Avnet Silica

Thomas Hauer är baserad i Österrike och Avnet Silicas teknikexpert på kraftelektronik med en passion för allt inom området plus elfordon och EMC-frågor.



Varje tillämpning kommer att vara annorlunda och bör övervägas utifrån sina egna meriter. Generellt sett är bipolära transistorer av IGBT-typ och MOSFET:ar de bästa valen för lågfrekventa tillämpningar. SiC och GaN ger ökat värde för användningsområden med högre switchfrekvenser.

Om din applikation finns någonstans mellan höga och låga switchfrekvenser kan flera olika halvledartekniker vara lämpliga, och du kan behöva göra ytterligare jämförelser för att identifiera det bästa valet för din konstruktion. Om effektnivån är högre än 3 kW och/eller switchfrekvensen är lägre än cirka 20 kHz är en IGBT i kisel det bästa alternativet. Andra situationer där det skulle vara lämplig är produkter som matas med trefasström och enheter där kostnaderna måste minimeras.

## Några tillämpningar

Låt oss nu titta på några specifika användningsfall och hur deras olika krav påverkar ditt val av kraftelektronik.

### Industriella inverterar för motorer och nätaggregat

Många motor- och industriella applikationer uppfyller ett eller flera av kriterierna för kiselbaserade IGBT:er. De ansluts vanligtvis till trefasmatning och kräver hög effekt och/eller lägre switchfrekvenser. De större temperaturområdena som SiC ger innebär att även

dessa är värda att överväga.

Det kommer också att finnas vissa industriella applikationer som drar nytta av den ökade effektiviteten hos SiC och GaN. Framför allt kan en maskin som ska köras dygnet runt alla dagar i veckan vara en bra kandidat.

På liknande sätt kan bärbara, kompakta industriella enheter med låg effekt – som industrirobotar – dra nytta av effektiviteten hos MOSFET:ar i GaN.

### Växelriktare för solceller

Ambitionen att uppnå noll nettoutsläpp av koldioxid, i kombination med de kraftigt sjunkande kostnaderna för solceller, ökar efterfrågan på solenergi runt om i världen.

I det här scenariot är det avgörande att optimera varje steg i processen, från produktionen och framåt, för att få ut maximalt med användbar el från solcellerna. Produkter som Onsemi SiC-baserade kraftmoduler (PIM, Power Integrated Module) för växelriktare bidrar till att förbättra effektiviteten samtidigt som vissa mindre växelriktare för solceller har börjat använda GaN-komponenter.

### Värmepumpar

En annan viktig komponent för att nå noll nettoutsläpp är elektrifieringen av uppvärmningen, som till stor del kretsar kring värmepumpar. Historiskt sett har dessa vanligtvis haft en fast effekt – de har antingen varit på eller av.

Nu har dock vissa värmepumpar en inverter vilket innebär att de kan justera kompressorns hastighet för att anpassa effekten till byggnadens aktuella behov. Förutom att förbättra värmepumpens effektivitet kan detta förlänga dess livslängd genom att minska belastningen på komponenterna.

SiC och GaN är lovande för värmepumpar eftersom de är överlägsna kiselbaserade halvledare inom viktiga områden. Både GaN och SiC ger bättre värmeledningsförmåga, högre genombrottsspänning och minskade switchförluster. Detta kan ge högre effektivitet och effekttäthet för värmepumpar. GaN fungerar särskilt bra med höga switchfrekvenser och gör det möjligt för konstruktörer att skapa kompakta produkter. SiC är idealisk för applikationer med medelhög till hög effekt med sina kostnadsfördelar.

Å andra sidan kan höga startströmmar vara problematiska för GaN-baserade komponenter eftersom de har lägre strömklassning än motsvarande SiC-produkter. Om du väljer att använda GaN i en värmepumpskonstruktion måste du vidta åtgärder som mjukstartmekanismer, strömbegränsning och systemoptimering för att hantera problemet med startströmmen.

### System för energilagring

Energilagring i hemmet är en annan del av nollvisionen. Den här marknaden är fortfarande i sin linda, och de flesta system använder relativt dyra litiumjonbatterier. Men det pågår mycket arbete för att få ner kostnaderna, bland annat genom att återanvända gamla batterier från elbilar.

Energilagringssystem i hemmet måste anslutas till det befintliga elsystemet i bostaden och eventuellt även till solpaneler eller annan mikrogenerering. Lagringssystemet behöver därför en DCDC-omvandlare eller en DCAC-växelriktare. En högeffektiv omvandlare är avgörande för att maximera den effektiva lagringskapaciteten och uppfylla husägarens höga förväntningar. Med tanke på kostnaderna för batterisystem i hemmet är merkostnaden för effektivare kraftkom-



ponenter i allmänhet försvarbar. Därför ser vi en ökande användning av både SiC och kombinationer av Si och SiC i energilagringssystem för hemmabruk.

### Laddare för elbilar

Den ökande försäljningen av elbilar medför ett behov av infrastruktur för snabbladdning. Bara i EU behöver mer än åtta miljoner laddare byggas fram till 2030. Laddare för elbilar måste leverera hög effekt och vara extremt effektiva. Och eftersom de används så intensivt måste de också vara extremt tillförlitliga. Samtidigt är V2G-lösningar (Vehicle-to-grid), där ström hämtas från fordonens batterier och återförs till elnätet, ett viktigt tillväxtområde. Även dessa kräver effektiv och tillförlitlig kraftteknik.

Tack vare sin förbättrade switchprestanda och tillförlitlighet jämfört med traditionellt kisel kan SiC-enheter ge denna effektivitet. Det finns redan produkter som är speciellt

konstruerade och kvalificerade för fordonsapplikationer, som dioderna i Onsemi Elite-SiC-familj.

### Mer frihet för utvecklarna

Som med alla saker får man kompromissa även när man ska välja kraftkomponenter. Tillgången till WBG-krafthalvledare innebär dock att du nu har större frihet när du väljer den bästa lösningen för din specifika applikation.

Efterfrågan på bättre prestanda och effektivitet i allt fler användningsområden innebär att du måste förstå egenskaperna hos SiC och GaN, liksom hos traditionella kiselbaserade komponenter, samt deras respektive lämplighet för en mängd olika applikationer. Denna kunskap kommer att vara nyckeln till att fatta välgrundade beslut om vilken eller vilka lösningar som bäst uppfyller kraven för den enhet du skapar, så att du kan optimera effektiviteten, kostnadseffektiviteten och tillförlitligheten. ■