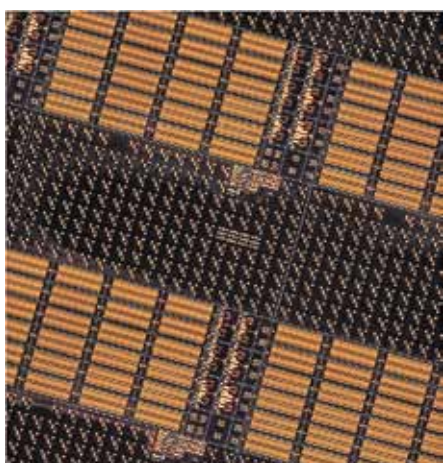


5G-nätet och behovet av mindre och snabbare systemkretsar



GaN-on-Si är redan viktig på dagens marknad.

Den pågående utvecklingen inom galliumnitrid, monolitiska mikrovågskretsar, enkrets radiosystem och optiska nät ger kostnadseffektivare konstruktioner



Av Anthony Fischetti, Macom

Anthony Fischetti har varit vice vd och chefsarkitekt på Macoms affärsområde för antenner sedan oktober 2017. Han började på företaget i april samma år som teknikarkitekt. Innan dess var han radararkitekt på Northrop Grumman med ansvar för avancerade forsknings och utvecklingsprojekt. Han har också varit ansvarig för övervakningssystem som E2-D, MPRTIP och JSTARS Triton.

Allt eftersom 5G växer fram, krävs en förändring av hur man konstruerar den trådlösa infrastrukturen, det gäller allt från halvledare till arkitekturen i basstationer och nätverkstopologin.

På halvledarsidan har galliumnitrid på kisel (GaN-on-Si) blivit kommersiellt tillgängligt, vilket förbättrar radiokretsarnas effekttäthet, sparar plats och ökar verkningsgraden. Kostnaden blir inte högre än för LDMOS i produktionskvantiteter, och ligger långt under priset för galliumnitrid på kiselkarbid (GaN-on-SiC).

Dessutom har GaN börjat användas i högeffektillämpningar och inte bara för diskreta transistorer. Skalfördelarna med att använda GaN i infrastrukturen för LTE-nät har gjort att GaN kunnat bryta sig in på marknaden för monolitiska mikrovågskretsar (MMIC). Konstruktorerna kan därmed skapa effektivare konstruktioner för nästa generations 5G-system.

Dessutom har utvecklingen av enkrets radiosystem (RF SoC) med både RF-delar liksom analoga och digitala delar möjliggjort stora förbättringar inom databehandlingen inom ett stort frekvensområde, i stil med dagens avancerade samplingsteknik. Detta eliminerar behovet av att ha flera

separata digitalomvandlare för olika frekvensband på kretskortet, vilket i sin tur ger mindre system, med bättre digitala möjligheter och snabbare dataöverföring.

Som nätverksnod betraktat, kräver datakapaciteten i 5G nya grepp i de optiska nät som ska ta hand om routingen av den enorma datavolym som uppkommer. Genom att se på helheten, från basstationen till fiberoptiken, från RF till ljus, kan konstruktörerna skapa sig en bättre förståelse för de utmaningar och möjligheter som uppstår när dessa tekniker vävs samman.

I denna artikel ska vi ta upp fördelarna med GaN-on-Si i integrerade mikrovågskretsar, fördelarna med enkrets radiosystem, och den avancerade optiska teknik som påverkar utvecklingen av den trådlösa infrastrukturen i 5G.

Framgångar med GaN och mikrovågskretsar

Eftersom MIMO-antennerna är så komplexa – de kan ha uppåt 256 sändande och mottagande element i en enda basstation för 5G – börjar det bli trångt på kretskorten, särskilt i höga frekvensband. Detta kan åtgärdas med moderna MMIC-kretsar som ersätter diskreta integrerade kretsar och lågintegrerade MMIC-kretsar i basstationerna.

Utöver platsbesparingen minskar kostnaderna också tack vare förenklad kapsling, minskad komplexitet i konstruktionen och minskat arbetskraftsbehov vid tillverkningen. Den mekaniska tillförlitligheten ökas tack vare ett minskat antal gränssnitt.

Det är mot denna bakgrund som GaN-on-Si lyckats ta sig in på den kommersiella halvledarmarknaden. Tillverkningen har kunnat skalas upp till 8- och 12-tums kiselkivor vilket ger en kostnadseffektivitet långt utöver vad man kan uppnå med GaN-on-SiC, med effekttätheter som inte kan uppnås med LDMOS. GaN-on-Si kan hantera 4-6 gånger mera effekt per ytenhet.

Utöver dessa egenskaper, kan man med GaN-on-Si förlägga allt fler funktioner på kiset, vilket gör MMIC-kretsarna än mer kompakta. Kiselsubstratet medger integration av både GaN- och CMOS-transistorer på samma krets, vilket GaN-on-SiC inte klarar. Detta möjliggör digitalstyrda MMIC med flera funktioner, såsom digital styrning och kalibrering, kraftdistribution, med mera direkt på kiset.

Effektivare signalbehandling med enkrets radiosystem

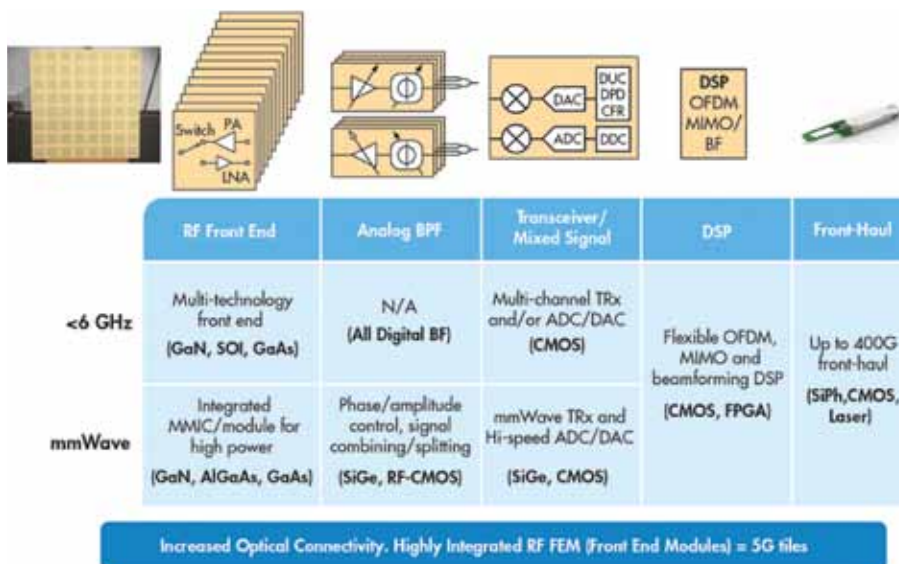
Fördelarna med ökad integration och minskad mängd maskinvara i basstationer för

5G, som kommit tack vare MMIC baserade på GaN-on-Si, har ökat ytterligare genom de enkrets radiosystem (RF SoC) som nyligen dykt upp på marknaden. Sådana kretsar innehåller signalomvandlare som klarar många gigasampel per sekund och kan användas för snabb databehandling över ett stort frekvensområde. På så sätt förenklas dataöverföringen och konstruktionen blir enkelt skalbar till ytterligare radiokanaler.

I en vanlig superheterodynmodtagare måste signalen blandas ned till basbandet. Detta kräver en blandare och en del extrakretsar. En signal kring 2,6 GHz för LTE måste konverteras ned till området kring en megahertz och sedan samplas av en konventionell analog-digitalomvandlare.

Om allt frekvensinnehåll ska rymmas i det första Nyquist-bandet måste man sampla med tre gånger signalfrekvensen. En signal kring 2,6 GHz skulle behöva samplas med 8 GSa/s, vilket skulle kräva betydligt mera avancerade analog-digitalomvandlare än de befintliga, som arbetar kring 3 GSa/s i frekvensbandet 400 MHz.

Detta kan övervinnas med en ny generation radiokretsar som kan sampla upp till 56 GSa/s. På så sätt kan man sampla direkt



Bilden visar de olika halvledartyper som kommer att spela roll för 5G.

på bärvågen och kan dessutom sampla ned. Med denna digitala metod behövs ingen superheterodynmodtagning eller diskreta digitalomvandlare. Dessutom elimineras signalgenereringen (excitern) som behövs för sampling i superheterodynkretsar.

Med RF SoC kan man få in många radio-

kanaler på liten yta. Mellan 4 och 16 kanaler kan packas in i en krets på 12x12 mm, vilket tidigare krävt flera kretskort. Det är ungefär samma vinst som uppnåddes vid övergången från telefoner med fingerskiva till mobiltelefoner. Kanaltätheten och verkningsgraden lovar att fortsätta öka på vägen mot



CMOS-proceser på 7 nm för radiofrekvenser.

Sådana kretsar kommer också att erbjuda signaler med lägre distorsion. Felaktigheter som tidigare inte kunde korrigeras, är nu möjliga att åtgärda. Detta är ytterligare ett bevis på hur flerkretsar och ett minskat antal komponenter ger betydliga besparingar i kraft, utrymme och kostnader, vilket resulterar i en mera prisvärd infrastruktur för 5G.

Man kan också notera att RF SoC spelar en viktig roll vid koherent lobformning (beamforming), den typ av aktiva fasstyrda antenner (phased array) som används i avancerade radarsystem, vilket också kan öka prestanda för basstationer under 6 GHz. Koherent lobformning innebär att varje element i en MIMO-matris arbetar tillsammans med de övriga för att rikta ut-effekten och mottagarens känslighet mot abonnenten. På så sätt undviks brus och reflektioner, såväl som interferens från annan utrustning. Om man kombinerar GaN-on-Si, flerkrets mikro vågskretsar (HMIC) och koherent strålföring kan man uppnå hög verkningsgrad trots de utrymmesbegränsningar som råder i MIMO-antennerna.

Från HF till ljus

Mobiloperatörer och operatörer av stora datacenter har ett och samma mål på vägen mot 5G. De måste kunna överföra data så fort och effektivt som möjligt. Utvecklingen kring RF och optiska tekniker ökar och samverkar och kommer att ge ny förståelse för hur innovationer inom en av grenarna kan påverka utvecklingen hos den andra.

Basstationernas ständigt ökande datakapacitet kommer att kräva övergång från optiska transceivrar på 100 Gbit/s till 400 Gbit/s. Detta gäller särskilt i datacenter,



5G requires a specific set of components to enable the system

Bilden visar några viktiga faktorer som har samband med 5G-teknik.

ter, där portdensiteten ständigt måste öka för att hålla jämna steg med användarnas omätliga behov av data.

Utvecklingen mot tätare integration och minskat komponentantal är en nyckelfaktor i utvecklingen mot transceivrar för 400 Gbit/s. Möjligheten till modulation enligt PAM-4 av enstaka våglängder håller på att förändra enheternas uppbyggnad. I transceivrar för 100 Gbit/s kan PAM-4-modulation av enskilda våglängder minska antalet nödvändiga lasrar till en enda, vilket eliminerar all optisk multiplexering.

I 400 transceivrar för 400 Gbit/s behövs bara fyra optiska kretsar, vilket ger en extremt kompakt och energisnål enhet. Det i sin tur ger datacentren en möjlighet att minska sina kostnader. Utvecklingen hos de stora datacentren kommer inom en nära framtid att flytta ut i radionoderna.

På halvledarnivå kommer den allt snabbare utvecklingen inom kiselfotoniken

att förändra uppbyggnaden av nästa generations flerkretsar MMIC och nyttja CMOS-processen för att bygga in tusentals optiska komponenter, samtidigt som framställningen substrat på kiselskivan kan dra nytta av kommersiella stordriftsfördelar. Eftersom det numera går att integrera GaN-baserade radiofrekvensenheter och optiska enheter på samma kiselskiva, och dessutom till väldigt attraktiva priser, kan det minskande behovet av övergångar mellan RF- och optiska kretsar göra det enklare att överföra renare och snabbare signaler i nätet.

Under tiden kommer de fortsatta framstegen inom GaN-on-Si-tekniken, flerkretsars MMIC och radiokretsar att ge radio- och mikro vågsbranschen en möjlighet att skapa elegantare, mera integrerade och kostnadseffektiva system för den trådlösa infrastrukturen, på vägen mot 5G-näten. ■

Tror du att allt står på webben?

Läs Elektroniktidningen!

Prenumerera gratis

– du får det snygga månadsmagasinet genom att fylla i talongen på etn.se/pren

