

## Bipolaire transistor heeft de toekomst

Bits&Chips - Joachim Burghartz

*6 november 2003* - De vooruitgang in siliciumgermanium (SiGe) transistoren verliep de afgelopen twee jaar stormachtig. Deze elektronische schakelaars halen intussen afsnijfrequenties tot boven de 300 GHz. Tot voor kort was krap 100 GHz mogelijk. Hogere afsnijfrequenties geven ontwerpers de ruimte om de huidige radiofrequentiecircuits (RF) behoorlijk te verbeteren en om nieuwe toepassingen van RF-technologie mogelijk te maken. Zo komen mobiele communicatiesystemen met minder vermogen binnen bereik en worden nieuwe toepassingen zoals afstandssensoren voor auto's mogelijk.

Gedreven door de forse verbeteringen in SiGe stellen alle grote industriële spelers in de communicatietechnologie SiGe BiCMOS-productieprocessen inmiddels ter beschikking. De 'conventionele' productietechnologie CMOS blijft in hoogfrequente laagvermogen- en kostenefficiënte toepassingen een grote rol spelen. De bijzondere mogelijkheden die bipolaire transistoren bieden, treden echter meer en meer naar voren.

Dat werd onlangs nog eens goed duidelijk op de Bipolar/BiCMOS Circuit and Technology Meeting (BCTM) die in het Franse Toulouse, voor het eerst in Europa, werd gehouden. BCTM is de belangrijkste conferentie voor nieuwe trends in transistordesign en -modellering, procestechnologie en circuitontwerp. Oorzaak van de overstap is de sterke toename aan BCTM-publicaties door Europese research. Infineon, Philips en ST drukken een stevige stempel op bipolaire technologie. De kwaliteit is hoog in Europa, wat ook tot uitdrukking komt door de kandidaat standaard transistormodellen, die beide uit Europa komen.

Jan Slotboom, Dimes-onderzoeker en deeltijdhoogleraar in Delft (onlangs gepensioneerd van Philips Research in Eindhoven), hield op BCTM de keynote. Met zijn visie op 'the shrinking bipolar transistor' - een verwijzing naar de film 'The incredible shrinking man' (1957) - ging hij in op de SiGe-activiteiten bij Philips en de huidige veranderingen in het design en het integratieproces van bipolaire transistoren. Germanium in de basis van de transistor speelt naar Slotbooms mening een andere rol dan wat IBM sinds jaren aantoonde. Het verschil wordt niet direct zichtbaar, maar zit in de temperatuurafhankelijkheid van de SiGe transistor. In moderne bipolaire transistoren wordt dit erg belangrijk. De recordresultaten van IBM zijn gebaseerd op stroomdichtheden van bijna 2 miljoen ampère per vierkante centimeter. Dat komt dicht bij de grenzen van de metaalverbindingen en de contacten tussen metaal en halfgeleider. Toch voorspelt Slotboom een maximale afsnijfrequentie van 600 GHz voor SiGe transistoren, bereikt door een optimaal design. Het is daarom niet verwonderlijk dat onderzoek aan thermische effecten sterk is toegenomen. Naast het ontwerp voor recordresultaten vormen de geavanceerde SiGe-technologieën ook een basis voor RF-circuitontwerp bij extreem laag vermogen en ruis, wat het meest belangrijke aspect in de draagbare communicatietechnologie is. Interessant is dat verschillende SiGe-technologieën nu technieken uit SiGe-onderzoek in de vroege jaren negentig gebruiken om de recordresultaten te bereiken. Destijds kwamen ze niet aan bod vanwege procestechnologische of economische beperkingen. Dit betreft vooral het selectief groeien van halfgeleiderlaagjes en chemisch-mechanisch polijsten.

Verder verschilt de ontwerpaanpak voor wat betreft stroomversterking sterk van de beginperiode. Vroeger is de polysilicium-emittertechnologie ingevoerd voor het bereiken van voldoende versterking. Dat was destijds een doorbraak. Nu brengen de SiGe- en SiGeC-technologie extreem hoge collectorstroomdichtheden met zich mee. In tegenstelling tot de emittertechnologie is daar de uitdaging juist de verhoging van de basisstroom om een acceptabele versterking te bereiken. De poly-emitter maakt plaats voor de epitaxiaal gegroeide emitter, maakte Slotboom duidelijk.

SiGe transistoren zijn onmisbare componenten in de communicatietechnologie. De meest economische manier van inbreng is een toevoeging tot een digitaal CMOS-proces die de basis vormt van een RF-BiCMOS-technologie. Verder toegevoegd worden cruciale passieve componenten die voor een groot deel de kwaliteit van de RF-circuits mee beperken. Dit concept wordt door praktisch alle

grote halfgeleiderbedrijven toegepast. Zo volgt de RF-BiCMOS-procestechnologie met een generatie vertraging op het digitale CMOS-proces, net als vroeger de CMOS- op de DRAM-technologie volgde. Volgend jaar zal de BCTM naar de andere kant van de Atlantische Oceaan terugkeren om in 2006 weer in Europa te zijn. De beoogde locatie voor deze tweede Europese BCTM is Nederland. Joachim Burghartz is wetenschappelijk directeur van onderzoeksinstituut Dimes van de TU Delft. De afgelopen drie jaar kwamen de winnaars en winnaressen van de prestigieuze 'BCTM Best Student Paper Award' van Dimes.

© Copyright Bits&Chips