

## Micro-elektronica naar het bejaardenhuis?

Bits&Chips - Joachim Burghartz

*13 januari 2005* - De International Electron Devices Meeting (IEDM) vierde afgelopen december in San Francisco zijn vijftigste verjaardag.

Een onderwerp: de toekomst van de micro-elektronica. De boodschap was eenvoudig. We hebben nu zo'n veertig jaar genoten van technologische vooruitgang, gedreven door de wet van Moore. Maar de fysische grenzen van de CMOS-technologie komen dichtbij. Gelukkig is er voor de micro-elektronica nog plaats in het Verre Oosten, en gelukkig hebben we in het Westen de nano-elektronica ontdekt. Wij gaan microprocessors en geheugenchips ontwikkelen op basis van nanobuizen, nanodraden en moleculaire elektronica. Deze nieuwe richtingen kwamen in een aparte sessie aan de orde. De zaal zat barstensvol.

In tegenstelling met het bovenstaande constateerden Motorola-topman Lou Parillo (ooit pionier op Bell Labs) en hoogleraar Hiroshi Iwai (Toshiba-pionier) in hun keynotes dat CMOS-technologie de micro-elektronica altijd zal blijven domineren.

De wereld zit niet zo eenvoudig in elkaar, maakte een selectie sleutelpublicaties uit de geschiedenis van IEDM duidelijk. Zo waren er tien jaar na de ontdekking van de transistor nog steeds meer papers over radiobuizen dan over siliciumschakelaars. En in de jaren zeventig en tachtig speelde bipolaire technologie een net zo grote rol als CMOS. In de vroege jaren zeventig had je met I<sup>2</sup>L zelfs een complementaire bipolaire technologie, die bij een lager vermogen werkte dan de concurrerende NMOS-technologie. I<sup>2</sup>L verdween echter snel met de opkomst van CMOS. Nanocomponenten zullen CMOS-schakelaars echter niet vervangen, zoals transistors dat met radiobuizen hebben gedaan. Ten eerste kwamen na de ontdekking van de transistor rap de eerste producten op de markt. Voor nano-elektronica zijn die niet eens in zicht. Ten tweede was het volume van de elektronicamarkt een halve eeuw geleden maar een fractie van de huidige halfgeleidermarkt. Het risico om CMOS door kandidaat-nanotechnologieën te vervangen is veel hoger dan bij de overgang van buizen naar transistors.

Jim Meindl, hoogleraar aan het gerenommeerde Georgia Institute of Technology, maakte in de panelsessie 'Nano-elektronica - Now or Never?' duidelijk dat nano-elektronica op basis van nanocomponenten nog decennia's lang een veelbelovende toekomsttechnologie zal blijven. De grootste uitdaging ligt in de noodzaak CMOS-transistors te kunnen vervangen door nanoschakelaars met dezelfde elektronische eigenschappen, maar dan kleiner, sneller, energiezuiniger en goedkoper. Circuitontwerper en Stanford-hoogleraar Mark Horowitz zegt dat chipontwerpers openstaan voor alles, mits de implementatie in hun ontwerpfilosofie niet verandert.

Hoe ziet de balans eruit? Op de IEDM werd duidelijk dat we in 2010 naar de 45 nm-node kunnen, en in 2018 vermoedelijk zelfs naar een 22 nm-kanaallengte. Daarmee komt nano-elektronica pas over 15 jaar in aanmerking om CMOS-schakelaars te vervangen. Dit biedt ademruimte voor de ontwikkeling van nanotechnologieën. Maar nano-aspecten kunnen ook terechtkomen in geavanceerde CMOS-technologie. Ook circuit- en systeemontwerpers kunnen in de tussentijd leren om ondanks beperkte en vertraagde verbeteringen van CMOS-processen vooruitgang op systeemniveau te bereiken.

Er zijn zeker goede redenen voor nano-elektronicaonderzoek, maar wat minder hype en meer wisselwerking met de gevestigde micro-elektronica zal uiteindelijk tot het echte succes leiden. Door de samenwerking van circuitontwerpers, systeemarchitecten en ontwikkelaars van fabricageprocessen blijft CMOS voorlopig. Misschien aangescherpt door enkele nanostructuren: CMOS+.

Joachim Burghartz is wetenschappelijk directeur van Dimes

© Copyright Bits&Chips