

math inside

Chips

verrassende wiskunde

© LIME BV
Esp 405
5633 AJ Eindhoven

T +31 40 75 16 116
E info@limebv.nl
I www.limebv.nl



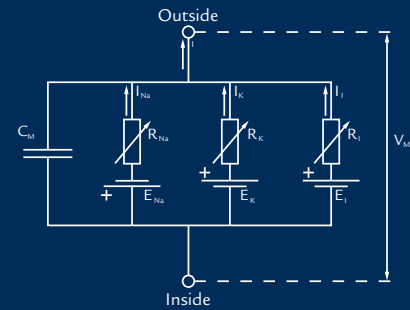
Deze teksten vallen onder een Creative Commons Naams-vermelding-Niet-Commercieel-GeenAfgeleideWerken 3.0 Unported-licentie.



A SIOUX COMPANY

INNOVATION THROUGH COMPUTATION

In de elektrotechniek worden onder de wetten van Kirchhoff twee veelgebruikte regels verstaan die voortkomen uit de principes van behoud van energie en lading in elektrische circuits: de stroomwet en de spanningswet. De wetten zijn genoemd naar **Kirchhoff**. Deze wetten werden voor het eerst in 1845 beschreven en kunnen worden afgeleid uit de Maxwellvergelijkingen.



Chips

Chips, in het Nederlands geïntegreerde circuits, worden gemaakt van silicium. Dat zijn zeer zuivere kristallen die in staafvorm geproduceerd worden. Hiervan worden plakjes, wafers, afgehaald, waarop de chips gemaakt gaan worden.

Dat gebeurt door er eerst een isolerende laag siliciumoxide op aan te brengen en daarover een UV-licht gevoelige laag. Het basisidee is verder gelijk aan dat van de klassieke zwart-wit fotografie. De niet te belichten delen, bepaalde schakelingen van een chip, worden afgedekt met een masker. Na de belichting wordt de wafer geëts ('ontwikkeld') en gehard ('gefixeerd'). Dit proces kan zich vele malen herhalen, tot wel veertig keer. Het eindresultaat is een wafer met daarop een groot aantal chips die worden losgezaagd en in een behuizing worden gezet dat met een apparaat kan communiceren.

Zowel bij het ontwerp als de productie van chips speelt de wiskunde een grote rol. De complexiteit van een chip maakt het noodzakelijk de functies van een chip te testen voordat hij daadwerkelijk geproduceerd gaat worden. Vooral het masker dat alle details van de chip in negatief bevat moet getest worden. De stromen die in een chip lopen, kunnen gemodelleerd worden met behulp van de wetten van **Kirchhoff**. Deze wiskundige formulering vraagt echter om grootschalige numerieke berekeningen. Alleen met de meest moderne wiskundige technieken kunnen grotere schakelingen (één miljoen componenten of meer) doorgerekend worden.

Een heel apart probleem is de daadwerkelijke productie van chips. De componenten op een chip hebben afmetingen kleiner dan een honderduizendste centimeter. Om dergelijke kleine afmetingen aan te kunnen moet de positie op de wafer heel nauwkeurig bepaald kunnen worden. Hiervoor gebruikt men monochroom licht, dat wil zeggen licht van een bepaalde golflengte. Het teruggekaatste licht bevat in beginsel informatie over vorm en plaats van een elementje op de chip. Zo'n elementje is ongeveer 100 nanometer groot (een nanometer is een miljardste meter). Met geschikte wiskundige modellen kan uit de gemeten resultaten de benodigde vorm teruggerekend worden. Dat heet een invers probleem en kan tot zeer complexe rekenpartijen leiden.



De eerste werkende geïntegreerde schakeling werd op 12 september 1958 door Jack Kilby van Texas Instruments gepresenteerd. Vier maanden later deed Robert Noyce van Fairchild Semiconductor een soortgelijke uitvinding. Hoewel Noyce later was dan Kilby werd de patentenstrijd uiteindelijk in 1969 in het voordeel van Noyce beslist.



Gustav Robert Kirchhoff

* 1824 Königsberg - † 1887 Berlijn

Kirchhoff studeerde wiskunde en natuurkunde in Königsberg. Hij is vooral bekend geworden door een aantal wetten op het gebied van de elektrotechniek, de spectroscopie en straling van zwarte lichamen onder verhitting. Zowel in de elektrotechniek als in de spectroscopie ontdekte hij concepten die naar hem vernoemd zijn: de wetten van Kirchhoff.

