



# NOVIOPOSTA

## In dit nummer

De Maas-Buurtspoorweg

Supporters van Quick 1888 Nijmegen

Spoor en Post in Nijmegen

Een mooie gelegenheid voor een stempel

40 jaar lid van Noviopost

Postverwerking op station Nijmegen

Halfgeleiders: van silicium naar chip

Traianus, Romeins keizer (98-117)

Willem Molengraaff

Redactie:

J. Mulder

J. Spijkerman

J.M.A.G. Stroom

Fotografie:

W.A. v.d. Wagt

Basis ontwerp:

L. Thijsen

Illustraties:

vacature

Expeditie:

F. Piers

Tolhuis 35-17

6537 NN Nijmegen

Tel. 024-3444208

## 40 jaar Noviopost



Afbeelding 47



Afbeelding 13. De chipfabriek van NXP aan de Gerstweg in Nijmegen (foto Marcel M. Claassen)



Afbeelding 25. Eerstedagafdruk van filatelieloket-stempel Nijmegen

De afbeeldingen komen, van boven naar beneden, uit de artikelen:

- Traianus, Romeins keizer (98-117)
- Halfgeleiders: van silicium naar chip
- Een mooie gelegenheid voor een stempel



# Halfgeleiders: van silicium naar chip

Vlak na de Tweede Wereldoorlog zorgde de ontdekking van halfgeleiders voor een spectaculaire ontwikkeling in de maatschappij. Wat zijn halfgeleiders en voor welke grote veranderingen hebben ze gezorgd? In dit artikel zullen we proberen dat duidelijk te maken.

## Het basismateriaal

Het basismateriaal voor halfgeleiders is silicium. Silicium (= Si) is eenvoudig en goedkoop te verkrijgen: het is een onderdeel van zand (= SiO<sub>2</sub>) (afb. 1), van kwarts en van kiezelstenen. Om halfgeleiders te kunnen maken heeft men silicium nodig dat voor 99,99% zuiver is. Vervolgens wordt het "zuivere" basismateriaal weer verontreinigd met stoffen die het een negatieve of positieve elektrische eigenschap geeft. Voegt men bijvoorbeeld zeer kleine hoeveelheden stoffen toe die een elektron meer hebben dan silicium, dan krijgt men halfgeleidende n-type silicium (n = negatief, een elektron is negatief geladen). Stoffen die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn: fosfor (= P), arseen (= As, afb. 2) en antimoon (= Sb, afb. 3). Men kan het ook van een andere zijde benaderen, namelijk stoffen gebruiken die een elektron minder hebben dan silicium; dan krijgt men halfgeleidende p-type silicium (p = positief, er ontbreekt een elektron, positieve lading). Een stof die hiervoor gebruikt kan worden is gallium (= Ga, afb. 4). Door als het ware "stukjes" positief en negatief materiaal op een speciale manier te combineren krijgt men halfgeleiders. De bekendste zijn dioden en transistoren.



Afbeelding 1. zegel met het kristal van SiO<sub>2</sub>



Afbeelding 6. roodfrankering van de Japanse firma Sony met een aantal transistoren



Afbeelding 2. zegel met het kristal van oropiment of auripigment, een arseenverbinding

## Ontwikkeling van de halfgeleiders

In 1947 vond John Bardeen de transistor uit (afb. 5). Een transistor heeft 3 aansluitingen (afb. 6). Tussen twee van de aansluitingen (de punten C en E op afb. 5) kan een stroom gaan lopen. Of dat gebeurt en hoe hangt af wat men met de derde aansluiting (B op afb. 5) doet. De letters B, C en E hebben de volgende betekenis: B=basis, C=collector en E=Emitter. Door een kleine stroom door de derde aansluiting B te sturen gaat er een veel grotere stroom tussen de twee andere aansluitingen C en E lopen. Hier kan op verschillende manieren gebruik gemaakt worden: Door een wisselende stroom te gebruiken kan de transistor als versterker worden gebruikt. Dat gebeurt bijvoorbeeld in een radio- of televisietoestel. Door een constante stroom kan een transistor als schakelaar worden gebruikt. Met deze "schakelaars" kan men computers maken.

## Losse componenten

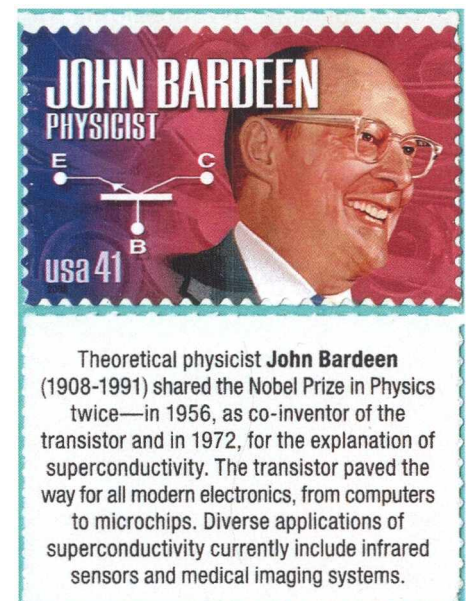
Behalve transistoren kunnen ook andere onderdelen van halfgeleiders worden gemaakt zoals diodes. Diodes laten de stroom maar in 1 richting door en worden bijvoorbeeld gebruikt om wisselstroom om te zetten in gelijkstroom. De losse onderdelen worden vervaardigd door uit te gaan van dunne plakjes silicium, zogeheten wafels of in het Engels wafers (afb. 7).



Afbeelding 3. zegel met het kristal van stibniet, een antimoonverbinding



Afbeelding 4. zegel van Rusland met Dmitri Mendelejev, die Gallium zijn plaats gaf in het periodiek systeem



Afbeelding 5. John Bardeen, de uitvinder van de transistor. Zelfklevende zegel van de USA met op de achterzijde (onderste afbeelding) enige tekst en uitleg

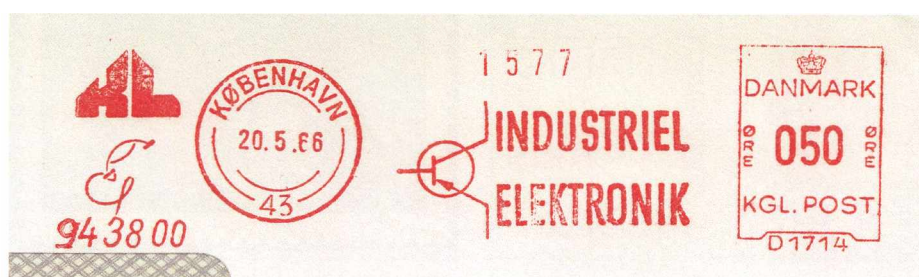
Na het op de juiste wijze toevoegen van de stoffen met negatieve en positieve eigenschappen krijgt men een aantal diodes of transistoren in de wafels. Die worden van aansluitingen voorzien en uit de wafel gesneden. Deze losse componenten worden samen met andere componenten als weerstanden en condensatoren op een printplaat gesoldeerd (afb. 8). Op die manier worden versterkers en computeronderdelen gemaakt. Vroeger gebruikte men buizen in plaats van halfgeleiders die veel meer ruimte innamen. De eerste stap naar miniaturisatie was gemaakt.

### IC, geïntegreerde schakeling

Het was niet alleen mogelijk om diodes en transistoren te maken in het silicium, maar men ontwikkelde ook technieken om andere componenten te fabriceren in halfgeleidermateriaal. Op die manier kon men logische schakelingen voor computers in een blokje halfgeleidermateriaal maken (afb. 9). We spreken dan van een geïntegreerde schakeling, integrated circuit of IC. Door meerdere basisschakelingen in een blokje te combineren, krijg je een soort computer die je kunt programmeren (afb. 10).

### Complete computer in een blokje, de chip

Deze wijze van miniaturisatie had grote gevolgen. In de loop van de tijd heeft men technieken ontwikkeld waarmee men steeds nauwkeuriger dit soort schakelingen kon maken. Dat hield in dat alles steeds kleiner kon worden. Op dit moment kan in een stukje silicium een complete computer gemaakt worden en spreken we van een chip. Iedereen kent het kleine plaatje dat in zijn telefoon zit en als een computer alles bestuurt. Maar ook bij minder complexe onderdelen, bijvoorbeeld bij detectie systemen in auto's, spreken we van chips (afb. 11).



Afbeelding 8. Deense roodfrankering met de schematische afbeelding van een transistor



Afbeelding 7. blok van Taiwan met zegel linksboven een wafel



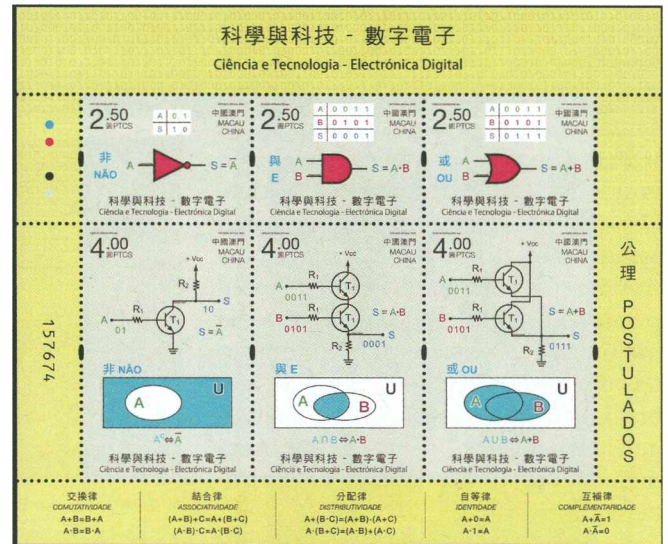
Afbeelding 10. zegel van Zweden met een geïntegreerd circuit

### Bedrijven

Allereerst zullen de chips gemaakt moeten worden. Een van de bekendste bedrijven op dit gebied is ASML uit Veldhoven. Dat bedrijf maakt machines waarmee chips geproduceerd kunnen worden. Met die machines kunnen de meest geavanceerde chips worden gemaakt en het bedrijf behoort tot de top 10 ter wereld op dit gebied. Mooi dat er machines zijn, maar die chips moeten wel gemaakt worden. Een van die bedrijven is NXP (Next eXperience) dat gevestigd is in Nijmegen. Vanaf 1953 was de fabriek een onderdeel van Philips en heette Philips Semiconductors (afb. 12). Iedere Nijmegenaar kent het karakteristieke gebouw dat aan de Gerstweg ligt langs het spoor (afb. 13 op de voorkant). Sinds 2006 is NXP een zelfstandig bedrijf waar Philips in eerste instantie nog een belang in had. Op een gegeven moment heeft Philips dat belang verkocht. Men begon bij NXP met de productie van transistoren, maar in de loop van de tijd is men zich gaan toelagen op geavanceerde chips. Het bedrijf is marktleider van chips voor de auto-industrie en inter-nettoepassingen.



Afbeelding 11. Frans gelegenheidsstempel met een schematische voorstelling van een chip



Afbeelding 9. blok van Macau met basis computerschakelingen gemaakt met transistors



Afbeelding 12. roodfrankering van Philips Semiconductors



Afbeelding 17. Franse zegel met een LASER



Afbeelding 15. roodfrankering van de Braziliaanse firma FCA die zekeringen van halfgeleidermateriaal maakt

Het aantal bedrijven dat zich bezighoudt met de toepassing van halfgeleiders is vreselijk groot. We noemen er slechts een paar. Texas Instruments (TI) is een bedrijf dat onder meer geavanceerde rekenmachines maakt. Deze werden vroeger met name in technische bedrijven en onderwijsinstellingen gebruikt



Afbeelding 14. roodfrankering van Texas Instruments dat geavanceerde rekenmachines en chips produceert



Afbeelding 16. Duitse zegel met LED's in verschillende kleuren

vanwege hun vele functies die niet in gewone rekenmachines zaten. TI maakt nog steeds rekenmachines met grafische output. Daarnaast is het een producent van chips (afb. 14). Een wat minder voor de hand liggend bedrijf is FCA. Dit Braziliaanse bedrijf maakt zekeringen. We kennen thuis allemaal de stoppenkast waar ze inzitten. Maar ook in allerlei apparatuur zitten zekeringen. Het zijn meestal

glazen buisjes waarin een dun draadje zit. Bij te grote stroom, vaak het gevolg van kortsluiting, smelt de draad zodat er geen stroom meer naar het apparaat gaat. De firma FCA maakt deze buisjes van halfgeleidermateriaal. (afb. 15)

## Toepassingen

De toepassingen van de halfgeleiders zijn enorm. Overal in ons huis vinden we ze zonder dat we er zelf erg in hebben. Een beperkt aantal toepassingen zullen we hier de revue laten passeren.

### LED

Een heel eenvoudige toepassing is de LED, Light Emitting Diode. Als er een stroom door een bepaald type diode loopt, gaat hij licht uitstralen. Bij de eerste types was de hoeveelheid licht vrij zwak en ze werden meestal gebruikt als indicatorlampjes, de bekende rode lichtjes die aangeven dat een elektrisch apparaat aanstaat. Door ontwikkelingen op dit gebied is de lichtopbrengst inmiddels veel groter geworden (afb. 16). LED's worden bijvoorbeeld toegepast in verkeerslichten en iedereen is druk bezig om zijn gloeilampen en spaarlampen te vervangen door LED-lampen. Bij gelijke lichtopbrengst verbruiken ze veel minder stroom, een groot voordeel gezien de energiecrisis.

### Laser (gebaseerd op LED)

Een andere toepassing is de laser, die gebaseerd is op LED-licht. In een laser (= Light amplification of stimulated emission radiation) wordt licht versterkt en in een smalle bundel van een kleur uitgestraald (afb. 17). Bekende toepassingen zijn: het uitlezen van CD's en DVD's door middel van een laser, en natuurlijk de laserprinter.

### Computer

De computer begon als een apparaat waar 3 huiskamers voor nodig waren om het te plaatsen en kostte een miljoen gulden. Tegenwoordig staat mijn computer op mijn bureau, is niet groter dan een halve baksteen en kost niet meer dan € 500,-. Degene die een beschrijving heeft gemaakt hoe een computer moet werken en welke logische basis onderdelen daarvoor nodig zijn, was de Hongaar Janos Neumann. Nadat hij naar Amerika was geëmigreerd werd hij bekend als John von Neumann (afb. 18).

### Betaalpas

Een chip die we bijna dagelijks gebruiken is die in de betaalpas. In het kaartje zit de chip met al onze bankgegevens. In de winkels staat een apparaat dat die kan uitlezen en via een verbinding met de centrale bank kan controleren



Afbeelding 19. Franse zegel met een bankkaart waar een chip inzit



Afbeelding 20. persoonlijke postzegel van Brazilië met een chip voor een mobiele telefoon

of het verschuldigde bedrag van de rekening mag worden afgeschreven (afb. 19).

### Telefoon/smartphone

Op dit gebied hebben de laatste tijd de grootste ontwikkelingen plaatsgevonden. Bijna iedereen heeft tegenwoordig een mobiele telefoon (afb. 20). Met name de jongeren zijn overstapt op een smartphone, waarmee men niet alleen kan bellen maar die zoveel functies heeft dat je kunt spreken van een mobiele computer. Het is al zover dat je er in de winkel mee kunt betalen als je de app van de bank erop gezet hebt.

### Conclusie

In dit artikel hebben we slechts een beetje kunnen laten zien van halfgeleiders. Wat duidelijk is: ze zijn overal in onze maatschappij en ze zijn er niet meer uit weg te denken.

Johan Diesveld en Jan Mulder

Afbeelding 6, 8, 14 en 15 komen van Delcampe



Afbeelding 18. Hongaarse briefkaart met John von Neumann, belangrijk ontwerper van de basisprincipes van een computer