

De Delftse Bakermat van de Glasvezeloptiek

Ir. G.J. Beernink

Technische Fysische Dienst TNO-TH

Zoals wellicht bekend is, is Delft een van de plaatsen, waar rond 1950 de eerste activiteiten op het gebied van de glasvezeloptiek plaatsvonden. Omdat in de vakliteratuur meestal dezelfde schaarse referenties worden genoemd en omdat het aanvankelijke Delftse onderzoek in de confidentiele sfeer lag, lijkt het zinvol eens terug te blikken op die eerste onderzoekfase, mede om de Delftse prioriteit te benadrukken. Daarbij moet men zich wel verplaatsen in de stand-der-techniek van rond 1950: de laser was nog niet uitgevonden en de transistor was nog niet beschikbaar. In de optische laboratoria werden als lichtbron vaak kleine 6 volt, 5 ampère lampjes gebruikt en interferometrie werd vaak bedreven met behulp van een lage-druk Philips Ultrasol kwiklamp, met alle nadelen van dien. Tegelijkertijd was op optica in Nederland een bloeitijdperk binnengetroten: prof. dr. A. Bouwers maakte door zijn vinding van het concentrische spiegelsysteem (1941) en zijn stuwende leiding De Oude Delft wereldbekend, prof. dr. F. Zernike kreeg de Nobelprijs (1953), prof. dr. A.C.S. van Heel werd in 1947 vice-president en in 1950 president van de International Commission for Optics. Men kan spreken van een tijdperk vol innovatie, al was deze term in het dagelijkse spraakgebruik nog onbekend.

In deze sfeer kreeg Van Heel eind 1949 het idee om een voorwerp "puntsgewijs" af te beelden door een stapel dunne buisjes heen, waarbij hij allereerst dacht aan een soort lange injectienaalden, van binnen reflecterend. In de kwartaalverslagen werd daarna dan ook een tijd lang van "buisjesoptiek" gesproken. Binnen enkele weken evenwel bedacht Van Heel dat een pakket verzilverde dunne glasstaafjes wellicht efficiënter was. Beide methoden waren

volledig vrij van "dwars-lekkage" van licht, tegenwoordig "overspraak" geheten. Inmiddels had Van Heel schrijver dezes en dr. ir. W. Brouwer als studentmedewerkers van de Technische Fysische Dienst TNO-TH aan dit onderwerp aan het werk gezet. Daarbij dachten wij uitsluitend aan beeldtransport over een afstand tot ca. een meter. Men moet namelijk niet vergeten dat toen de beste optische glassoorten nog altijd een absorptie van ca. 1% per cm weglengte vertoonden.

Aan de eenheid dB/km of aan toepassing in de telecommunicatie dachten wij uiteraard niet; daarvoor zou eerst een decennium later de technologie van de glasfabricage aanzienlijk moeten worden verbeterd en de laser in gebruik moeten komen. Waar wij aan dachten was de toepassing in fiberscopen (gastroscopen, cystoscopen, technoscopen e.d.) en in het dunne deel van onderzeebootperiscopen. Omdat de Koninklijke Marine toen nieuwbouw van enige onderzeeboten wilde, ter vervanging van in de oorlog verloren gegane schepen, was men gaarne bereid het glasvezelonderzoek te steunen. Wel werd het onderzoek daardoor confidentieel. Vergeefs werd getracht een geheim octrooi (dat kon!) aan te vragen, want er bleek een verwante vinding in Engeland te bestaan van Baird (1927).

Ondertussen maakten wij een aantal prototypen. De eerste bestond uit een bundel (ca. $3/4 \times 3/4$ cm² doorsnee (zie fig. 1.) ongeveer 26 cm lange dunne verzilverde glasstaafjes, met canadabalsam gekit in een messing U-profieltje. De optische transmissie bleek best mee te vallen, maar wat niet gelukte was de glasdraden keurig geordend te monteren. Wanneer een eenvoudige lijnendia tegen het ene uiteinde werd gehouden, liet het

andere einde een gescrambled beeld zien. Ook bij volgende prototypen bleek het geordend krijgen van de glasdraden een echt probleem. Dit bracht Brouwer tot het idee de glasdraden op een klos te wikkelen, waarbij de draden in één vaste doorsnee van de omtrek keurig op volgorde naast elkaar werden gelegd en verder kris-kras om de klos werden gewikkeld. Snijdt men daarna de gewikkelde bundel op die geordende plaats door en bovendien ook op een andere plaats, dan krijgt men twee brokken, die zich precies complementair gedragen, d.w.z. de ene helft kan men een codeerapparaat noemen, het andere deel is dan het bijbehorende decodeerapparaat. Toch heeft dit toen niet geleid tot een apparaat, waarmee men even 'n A4-tje kon coderen en weer decoderen. Bij de stand-der-techniek anno 1950 was volgens de militaire code-experts de werkwijze iets (niet eens veel) te duur. (zie fig. 2).

In 1950 kreeg van Heel het idee de glasdraden te voorzien van een mantel met lagere brekingsindex, waardoor de trans-

missie aanmerkelijk beter moest kunnen zijn dan bij uitwendige verzilvering. We zijn toen overgestapt van glasdraden op plasticdraden.

Een plastic-fabrikant slaagde er, na enig experimenteren, in om plastic draad van ca. een halve mm dikte te fabriceren, zonder dat er fatale luchtbelletjes in voorkwamen. Daarna gingen wij —tevergeefs— op zoek naar een plasticsoort met lagere brekingsindex. Noodgedwongen hebben wij toen de plasticdraad door een bad met bepaald niet transparante bijenwas getrokken (brekingsindex ca. 1,43) en wonder boven wonder was het optische rendement beter dan wij verwachtten. Ook de overspraak tussen de naast elkaar liggende draden wisten wij sterk te reduceren door de draden eerst door een bijenwasbad en daarna door een bad met dofzwarte lak te voeren. Alleen het geordend leggen en geordend houden van een wat dikkere bundel draden bleef moeilijk. In latere jaren heeft Kapany dit probleem weten op te lossen. (zie fig. 3.)

Edoch, in 1953 bezocht een medewerker

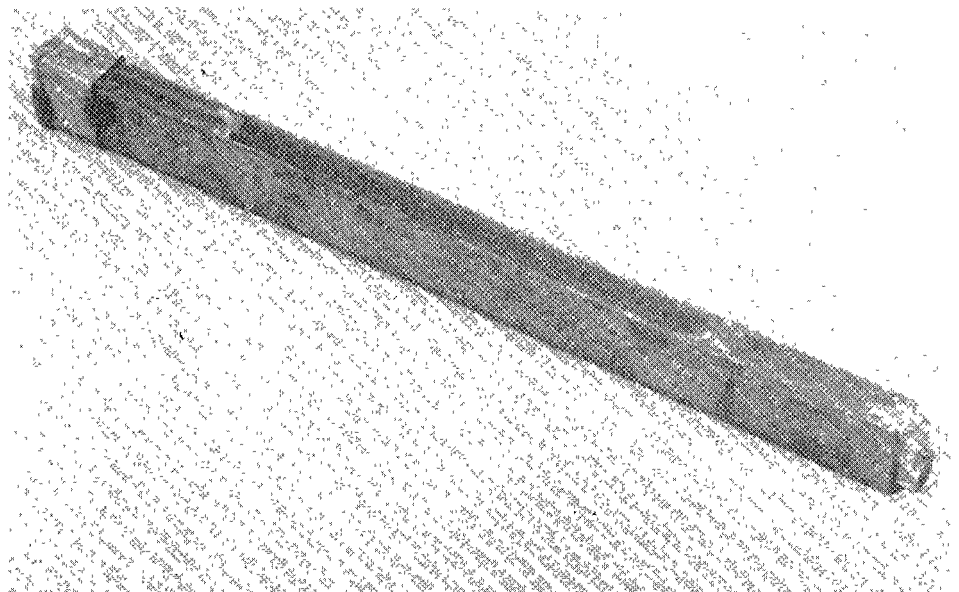


fig. 1

Allereerste proefmodel glasvezeloptiek. December 1949. Afmetingen $25 \times 3/4 \times 3/4$ cm³

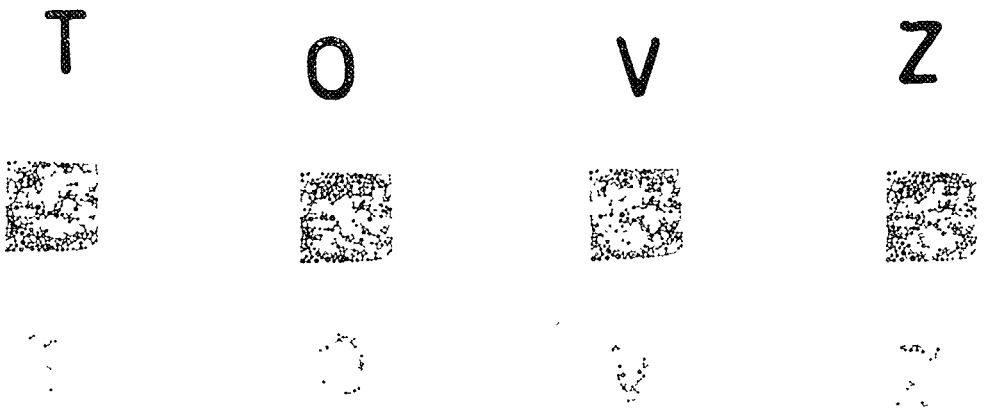


fig. 2.
 Resultaten codering/decodering
 Bovenste rij: origineel
 Middelste rij: gecodeerd
 Onderste rij: gedecodeerd

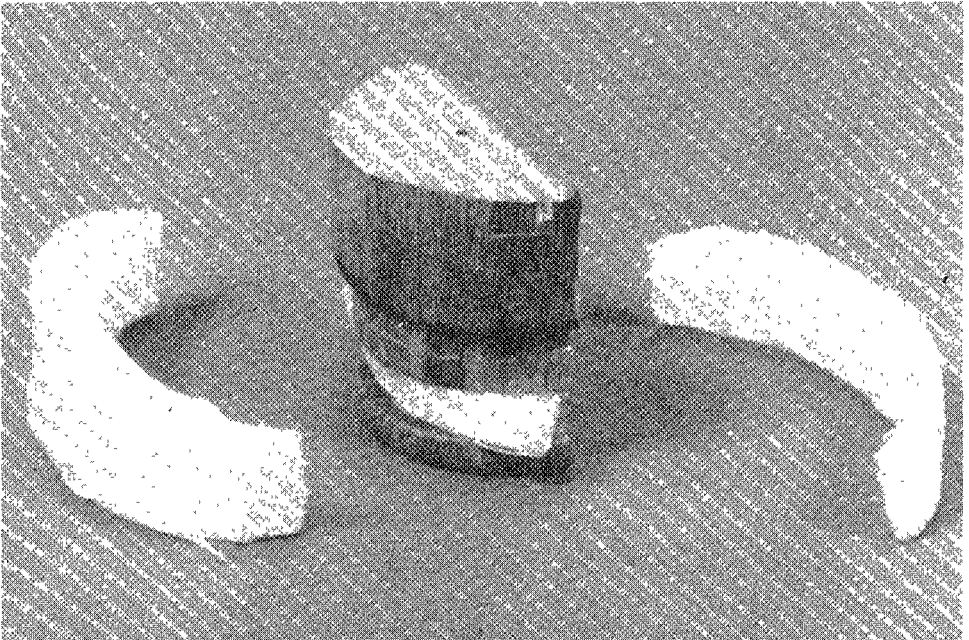


fig. 3.
 Allereerste fabricagetechniek van een geordende glasvezelbundel met bijenwas-mantel

van de TPD het Imperial College te London en hoorde daar tot zijn schrik van prof. dr. H.H. Hopkins, dat hij zojuist net zo'n soort glasvezeloptiek had uitgevonden. Door TNO werd toen besloten de bereikte resultaten zo snel mogelijk te publiceren om de prioriteit vast te leggen. In mei 1953 deponeerde Van Heel de kopij bij Nature, een half jaar eerder dan Hopkins. Heel merkwaardig is, dat in november 1954, nadat al diverse Delftse publikaties waren verschenen, in de Verenigde Staten door O'Brien een octrooiaanvraag werd ingediend voor glasvezeloptiek, ook met de mantel met lagere brekingsindex, en dat in 1958 hierop octrooi werd verleend.

Zelfs nu, eind 1981, lopen er tussen enige Amerikanen nog juridische procedures inzake uitvindingsrechten e.d.! In 1954 sloot de Technische Physische Dienst TNO-TH het onderzoekproject af en bood de TPD en know-how aan Philips ter overname aan. De commerciële perspectieven in die jaren voor glasvezeloptiek gaven evenwel, jammer genoeg, maar begrijpelijk, Philips geen aanleiding tot overname en tot voortzetting van de ontwikkeling. Hoe vijftien à twintig jaar later de glasvezeloptiek-applicatie echt van de grond begon te komen, is iedereen wel bekend. Het kan verkeren!

PUBLICATIES VAN FOTONICI

A Review of Ink-Jet Printing

I. Gerald Doane

Journal of Applied Photographic Engineering 7: 121-125 (1981)

Abstract:

The history of ink-jet printing is briefly reviewed leading up to the work of Sweet in the early 1960's. Shortly thereafter, many companies and individuals became active in a variety of ink-jet technologies. The types of ink-jet equipment that evolved are discussed, with emphasis on the most successful applications. The markets for the various ink-jet types and future potential are reviewed. Moore Business Forms' involvement in ink-jet technology is discussed, and the systems developed by Moore for businessforms are described. Introduction:

Ink-jet printing is, perhaps, the most innovative printing technique developed since

the invention of movable type over 500 years ago. It offers the advantages of high speed, quiet operation, and compatibility with a variety of substrates. Ink-jet printing (IJP) is frequently categorized as a non-impact or impactless printing technology. Impactless printing includes processes in which contact may occur with the substrate but where printing does not involve impact. Examples of this would be laser and electrostatic printing. From this standpoint, IJP is not only an impactless printing technique, but a noncontact process as well;

The common principle that characterizes all of the various ink-jet types is the projection of drops or sprays of inks at a printing surface. Since the process is electronically controlled, the ink-jet printer can change type styles and sizes instantaneously and can be readily adapted to printing graphical images.