

# Plumbicon

F.T. Klostermann 20 maart 1989

## 1. Voortraject

Omstreeks 1950 werd professionele (zwart-wit) TV opgenomen met TV camera's met als opneembuis de "Iconoscoop" en later het door RCA ontwikkelde "Image Orthicon", een op foto-emissie en fotovermenigvuldiging gebaseerde goede, maar gecompliceerde en grote buis. Voor eenvoudigere toepassing bestond het eveneens door RCA uitgevonden, op fotogeleiding gebaseerde "Sb2S3 Vidicon" (1). RCA werkte aan een Vidicon met amorf seleen als fotogevoelige laag (2). Het Vidicon was veel eenvoudiger en ook kleiner (25 mm diameter, 15 cm lang) dan het Image Orthicon, maar ongevoeliger en trager. Philips Elcoma probeerde tevergeefs om met een eigen Image Orthicon volgens RCA principes een marktpositie te verwerven.

Op het Nat.Lab. werkte de groep Bruining aan TV weergeef- en TV opneembuizen. Het werk aan TV opneembuizen was aanvankelijk gebaseerd op het Iconoscoop principe en later op buizen volgens het fotogeleidingsprincipe, wegens het wezenlijke voordeel van eenvoud en klein formaat. Bruining had een sterk geloof dat het zou kunnen lukken! Als het mogelijk zou zijn een voldoende goede buis van het Vidicon type te maken, zou het een winnaar zijn! Klein formaat en eenvoud leken een vrijwel noodzakelijke voorwaarde voor toepassing in toekomstige 3 buizen kleuren TV camera's.

De fotogeleider moest zoals we nu weten - voldoen aan de eisen van voor optische absorptie voldoende kleine bandafstand ( $< 1,7$  eV), en tegelijk geringe dwarsgeleiding teneinde vervaging van het elektrische beeld in de tijd tussen ontstaan en uitlezen op acceptabel niveau te houden. Geen van de ter beschikking zijnde kristallijne lagen voldeed aan beide (tegengestelde) eisen tegelijk. Sommige amorfe lagen voldeden aan beide eisen maar bleven te traag wegens de trapping van ladingsdragers.

## 2. Het tot stand komen van het Plumbicon

De halfgeleider- en fotogeleider kennis stond in de beginjaren 1950 nog op een betrekkelijk laag niveau. De ontdekking van loodoxide is meer op toeval, gevoel en doorzettingsvermogen gebaseerd dan op een duidelijk fysisch inzicht. Dit doet aan de waarde niets af, in tegendeel!

Er is met vele, mogelijk geschikte stoffen geëxperimenteerd. Loodoxide deed zijn intrede aanvankelijk alleen als achterlaag op CdSe (3) aan de bundelzijde van de fotogeleider. Het loodoxide bleek door licht beïnvloed te worden, iets waarop niet gerekend was! De vinding was omstreeks 1951. Later werd loodmonoxide als fotogeleider toegepast, ofschoon de bandafstand (rood loodoxide: 1.9 eV) principieel te groot is voor het bereiken van goede roodgevoeligheid. In 1954 waren alle inspanningen gericht op loodoxide; de eerste publicatie van werk aan een loodoxide Vidicon was in dat jaar (4). De besproken buis was nog volstrekt ongeschikt voor omroep TV. Incidenteel werd in de jaren daarna met een in een atmosfeer van zuurstof en waterdamp opgedampte polykristallijne loodmonoxide laag heel redelijke wit gevoeligheid bereikt, gecombineerd met slechts geringe traagheid. In december 1956 was een demonstratie van kleuren TV voor de C.C.I.R. zeer succesvol. In januari 1957 startte de proefproductie van Plumbicons op het Nat.Lab. (3). De levensduur van de buis was echter een groot probleem; vaak ontstond na enkele uren, een sterrenhemel van witte stippen.

In 1956 was Bruining als groepsleider opgevolgd door De Haan. Heijne was in 1960 gepromoveerd op onderzoek aan de fotogeleidende eigenschappen van geel loodoxide. Zijn lagen verschilden nog erg veel van het uiteindelijke Plumbicon, maar wel wordt het belang van blokkerende contacten benadrukt. Schampers had als assistent van De Rooy en Heijne al een aantal jaren aan het onderwerp gewerkt, maar rapporteerde in 1961 direct aan de groepsleider. Schampers vond een afdoende oplossing voor het levensduur probleem door de bundelkant van de laag aan een extra proces bloot te stellen.

Later onderzoek wees uit dat hiermee het bundelcontact van lokaal injecterend veranderde in overal blokkerend. Dit betrouwbaar blokkerend contact stond toe de buis in een nabehandeling verder te optimaliseren. Hiermee was het Plumbicon na meer dan 10 jaar onderzoek eindelijk tot stand gebracht: een nieuwe TV camerabuis van het Vidicon type, polykristallijn rood loodmonoxide als fotogeleider, met blokkerende contacten.

Het Plumbicon werd een succesvol product door de combinatie van vele factoren:

1. Push, geloof in de buis: Bruining c.s., De Haan c.s.  
Empirische experimenteerkunst: Schampers, ondersteund door de Buizen en Glas Technologische Afdeling: Haans en vele anderen.  
Goed fysisch, chemisch werk: Heijne, Schagen, De Rooy, Klaassen, Van den Boomgaard, Van der Drift, Broerse, Van den Broek, P. Jansen en nog vele anderen.  
Ondersteuning door chemische disciplinegroep bij maken van goed uitgangs PbO: Kwestro.  
Push, geloof in de buis bij de TV systeemgroep: Haantjes, De Vrijer, Van Doorn, Van de Polder en Tan. Steun ook van de kant van ELA was belangrijk: Breimer, e.a.
2. Behoefte aan nieuw product bij Elcoma wegens gebrek aan succes met Image Orthicon. Geloof in de zaak: Stevenson. Kühl, Van Zanten.
3. Het moment van introductie was volstrekt optimaal. De start van kleuren TV had een dergelijke buis
4. De buis bleek ook zeer geschikt voor Rö-TV. Bedreven met een lagere spanning had men in die toepassing nauwelijks last van levensduur problemen. MSD werd de eerste grote afnemer van het produkt!
5. Ondersteuning door de octrooi-afdeling door schrijven van een knap opgesteld Plumbicon-octrooi: Stap.

### 3. Verder onderzoek

Bij de overdracht van de Plumbicon technologie naar Elcoma - 1963 was de opbrengst van de proeffabricage laag. Het getuigt van visie en moed dat Elcoma met de productie durfde te beginnen: aanvankelijke opbrengst studiobuizen ~ 5%. De redenen van uitval (onvoldoende gevoeligheid, traagheidseffecten, witte stippen) werden slechts gedeeltelijk doorzien. De grootste uitval was op stippen: stof op gaas en/of laag.

Empirisch werk had geleid tot een zeer gedetailleerd productie voorschrift waaraan men zich te houden had, wilde men een redelijke opbrengst halen. Begrip van de technologie en van het resultaat daarvan in klare fysische of chemische taal was nog rudimentair. De buis berustte op gevoel, bij de een sterker ontwikkeld dan bij de ander.

Een dope met H<sub>2</sub>S op de bundelkant van de PbO laag (Schampers, Vrijssen) leidde tot een goede dieprood gevoeligheid. De techniek werd in 1967 aan Elcoma overgedragen voor een deel van de productie.

Fysisch werk, al begonnen door Heijne in de beginjaren 1950, werd voortgezet door Van den Broek, Du Chatenier en Matzinger. Het leidde uiteindelijk (Du Chatenier) tot een heel redelijk semi-quantitatief model van de PbO-laag van het Plumbicon.

Methodisch fysisch-chemisch werk, vooral van Boonstra. leidde tot inzicht in enkele wezenlijke productie parameters, met name van de rol van waterdamp bij de PbO opdamming, en van wezenlijke aspecten van de H<sub>2</sub>S dope. Baanbrekende elektronoptisch werk van Van Roosmalen leverde meer nieuwe en goede buisconcepten dan Elcoma wist te absorberen.

Opmerking: Hierboven, onder 2 en 3 zijn namen genoemd van een aantal onderzoekers die aan het Plumbicon hebben bijgedragen. Weglaten ervan zou dit relaas aan kleur doen verliezen, maar uitdrukkelijk zij vermeld dat in de 30 jaar waarover het gaat ook vele andere onderzoekers en assistenten grote verdiensten hadden.

#### 4. Industrieel belang

Van 1963 tot ongeveer 1973 hield Elcoma met haar partners Amperex en Matsushita Electronic Corporation, aan wie de technologie was overgedragen 100 % van de Plumbicon markt in handen. Alle professionele TV camera's ter wereld hadden Plumbicons als opneembuis. Buizen die niet helemaal voldeden aan studio kwaliteit vonden toepassing in medische röntgen beeldversterker-TV systemen. De omzet, van deze professionele markt bleef in absolute aantallen beperkt (orde grootte enkele tienduizenden buizen per jaar); honderd miljoen gulden per jaar. In absolute zin niet echt groot, maar vele jaren zeer winstgevend. Er was ook een multiplier effect, omdat ELA met haar beroemde LDK 3 kleuren TV camera een groot deel (orde grootte 50 %?) van de kleuren TV camera markt had weten te verwerven. Bij het laatste speelden ook andere vindingen, dan alleen het Plumbicon een rol, met name het driebuizen concept (i.p.v. 4) en het Philips kleurscheidings prisma. Het Plumbicon heeft veel bijgedragen aan het professionele image van Philips in het gebied van kleurentelevisie.

Ondanks verwoede pogingen op vele plaatsen (RCA, Heimann, Toshiba, EEV, enz.) is het de concurrentie (EEV als eerste en op langere termijn enige) pas in 1973 gelukt een enigszins gelijkwaardige buis te maken.

Het Plumbicon heeft nu, 25 jaar na zijn industriële introductie nog steeds > 80 % , van de professionele kleuren TV markt. Het is merkwaardig dat, voort bouwend op werk van RCA uit de 50er jaren het op seleen gebaseerde Saticon van Hitachi en Sony, bij de introductie van HDTV het Plumbicon kan bedreigen (intrinsiek hogere scherpte). Op langere duur wordt de beeldopname functie door CCD Si-sensoren overgenomen.

(1) Forge, S.V. • Goodrich, R.R., and Cope, A.D.  
RCA Rev., Vol. 12, 335 (1951).

(2) Weimer, P.K., and Cope, A.D.  
RCA Rev., Vol. 12, 314 (1951).

(3) Broerse, P.H.  
Voordracht op 5 september 1969 bij het afscheid van Bruining.

(4) Heijne, L., Schagen, P., Bruining, H.  
Philips Techn. T., Vol. 16, 23 (1954).

(5) Haan, E.F. de, Drift. A. van der, Schampers, P.P.M.  
Philips Techn. Rev., Vol. 25, 133 (1963/1964).