

# BRAVO! BRAVO! BRAVO!

## Schakelbare spiegels

*Peter Duine, (NLJ 11-10-1996)*

Spiegels 'ontspiegelen' met één druk op de knop is een droom die in vele research laboratoria de gemoederen aardig bezighoudt. Zo ook op de Vrije Universiteit (VU) van Amsterdam, waar men een jaar geleden ontdekte dat een speciale spiegelende metaalfilm transparant kan worden door absorptie van waterstof. De waterstof bleek ook weer gemakkelijk te verwijderen en zo had men een schakelbare spiegel gevonden.



*V.l.n.r.: Eddy Evens (technische ondersteuning), Paul v.d. Sluis, Peter Duine, Martin Ouwerkerk*

Deze vondst resulteerde in een project op het Nat.Lab. in samenwerking met de VU van Amsterdam, om tot de technologie te komen waarmee deze schakelbare spiegels in een handzame vorm kunnen worden toegepast. In de loop van het project bleek echter dat de term 'spiegel' niet de juiste benaming is van de waterstof-arme (d.i. niet-transparante) toestand. De niet-transparante toestand kan beter worden gekarakteriseerd als sterk licht-absorberend en een betere benaming is dan ook schakelbare 'absorber'.

Hiermee was het belang van de ontdekking afgenomen daar schakelbare absorbers al bekend zijn (elektrochrome materialen) en het voordeel van de Amsterdamse vinding moest worden gezocht in termen van een beter contrast, een lagere weerstand en een grotere schakelsnelheid. Dit zijn zaken die wel aantrekkelijk zijn maar die wellicht de introductie van een nieuw materiaal niet voldoende rechtvaardigen.

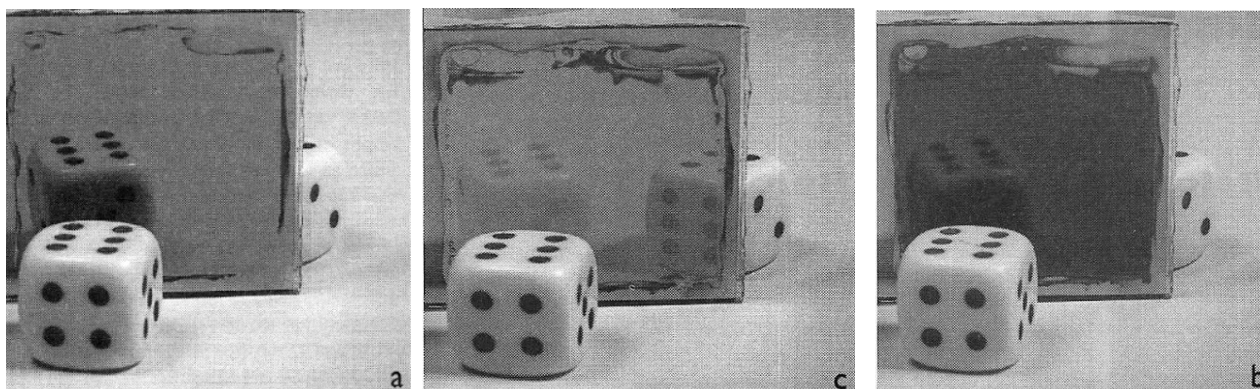


fig. 1: De waterstofarme toestand is goed spiegelen (a) en kan worden onspiegeld tot een sterk absorberende toestand (b) of tot een transparante toestand (c) door instelling van de juiste elektrische spanning. De op de VU gevonden 'coating' laat alleen schakelen tussen b en c toe.

Toch is het concept dat op de VU werd toegepast (zie kader hieronder) wel degelijk nieuw en is er in principe de mogelijkheid tot het maken van een echt schakelbare spiegel. Voortbordurend op de principes van de schakelbare 'absorber' hebben Paul van der Sluis, Martin Ouwerkerk en Peter Duine onlangs een legering gevonden die volledig in een spiegelen toestand terugkomt wanneer de waterstof wordt verwijderd. Hiermee werd een 'drie-standen-coating' ontdekt, waarbij met een simpele druk op de knop een spiegel (zie fig. 1a) kan worden onspiegeld tot een sterk absorberende 'coating' (zie fig. 1b) of een transparante 'coating' (zie fig. 1c), afhankelijk van de gekozen spanning. Naast deze verbeteringen blijken ook het contrast in de transmissie (nu een factor 3000), de kleur-neutraliteit (schakelbaarheid voor alle golflengten in het zichtbare gebied) en de schakelsnelheid aanzienlijk verbeterd bij toepassing van de gevonden legering.

## Nieuwe legeringen

Zeldzame-aard-metalen (ZA-metalen) vormen verbindingen met waterstof (hydrides) die metallisch of isolerend zijn, afhankelijk van de waterstofconcentratie: een hoge concentratie geeft een transparante isolator, een lage concentratie geeft een metaal. Deze eigenschap maakt ze geschikt als schakelbare optische laag omdat de waterstofconcentratie vrij gemakkelijk (bijv. met een spanning van ongeveer 1 V in een elektrolytische cel) te variëren is. Er kleven echter twee grote nadelen aan deze hydrides: als isolator zijn ze niet voor het gehele zichtbare spectrum transparant en als metaal zijn het slechte spiegels. Dit maakt deze hydrides niet zo aantrekkelijk voor toepassingen.

De verbetering die gevonden is door onze collega's op het Nat.Lab. maakt gebruik van een legering van twee hydrides (een hydride van het element X en een ZA-metaal-hydride) waarmee beide problemen verholpen worden. Het X-hydride heeft de juiste optische eigenschappen: in de isolerende waterstofrijke toestand is het voor het gehele zichtbare spectrum transparant en in de metallische toestand is het een goede spiegel. Met dit hydride heeft men echter niet de mogelijkheid om reversibel de optische eigenschappen in te stellen doordat de waterstofconcentratie niet te variëren is. Met de ZA-X-hydrides blijkt dit wel te kunnen, met behoud van de goede optische eigenschappen (zie fig.1). Vaak levert de combinatie van twee materialen juist de slechte eigenschappen op voor de legering; hier blijken echter de twee slechte eigenschappen te vervallen en blijven de beide goede eigenschappen behouden. Zo is een kleur-neutrale, echt schakelbare spiegel uitgevonden.