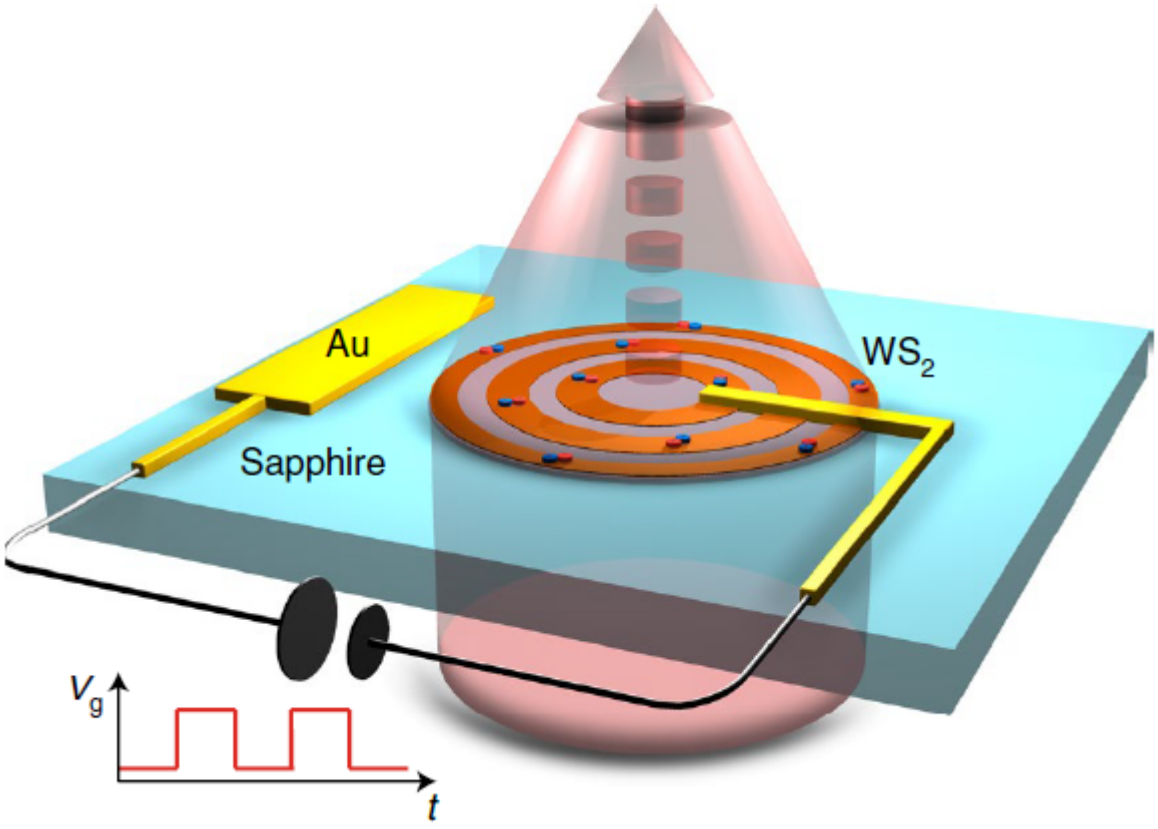
Een mini-lens met een aan/uitschakelaar

Natuurkundigen van de universiteiten van Stanford en Amsterdam hebben een nieuw type lens geconstueerd. De lens heeft een dikte van slechts een enkele laag atomen, en kan naar believen aan en uit worden gezet. Dergelijke regelbare optische elementen hebben veelbelovende toepassingen, bijvoorbeeld in de augmented en virtual reality.



Afbeelding 1. De mini-lens.Schematische weergave van een atoom-dunne lens (bruine ringen) op glas (blauw) die het licht effectief focust boven het oppervlak. Het focus-mechanisme kan aan- en uitgezet worden met behulp van een kleine elektrische spanning. Afbeelding uit de publicatie in Nature Photonics.

Lenzen, zoals die in brillen of telescopen, zijn normaal gesproken betrekkelijk grote

voorwerpen. In het huidige tijdperk van nanotechnologie kun je je afvragen of optische elementen ook kleiner gemaakt kunnen worden. Dat blijkt inderdaad mogelijk, en heeft geleid tot een geheel nieuw onderzoeksgebied, ‘flat optics’, waarin optische elementen van 100nm dik of minder worden geproduceerd – kleiner dan de golflengte van zichtbaar licht zelf!

Now you see me…

Dunne optische elementen gebruiken de nanostructuur van de materialen waaruit ze bestaan om licht in bepaalde richtingen te sturen. Zulke elementen zijn erg nuttig in de nanotechnologie, maar hebben één belangrijk probleem: als de lenzen en andere optische elementen eenmaal gemaakt zijn, liggen hun eigenschappen en functionaliteiten definitief vast. Dat levert een uitdaging op voor toekomstige toespassingen, bijvoorbeeld in de augmented en virtual reality, waar men licht op een dynamische manier zou willen manipuleren aan de hand van externe signalen.

Natuurkundigen van de universiteiten van Amsterdam en Stanford, onder leiding van UvA-natuurkundige Jorik van de Groep, zijn er nu in geslaagd om minuscule lenzen te fabriceren die een dergelijke dynamische aansturing mogelijk maken. Hun lenzen kunnen in het bijzonder naar believen ‘aan- en uitgezet worden’, zodat het licht ofwel in een specifiek brandpunt gefocust kan worden, ofwel ongehinderd zijn weg kan vervolgen. Om deze lenzen te maken gebruiken de onderzoekers een halfgeleidend materiaal, wolfraam-disulfide, met een dikte van slechts een enkele laag atomen. Daardoor zijn de lenzen minder dan een enkele nanometer dun. Ondanks dat de lenzen zo dun zijn, zijn er sterke interacties tussen het materiaal en het licht, waardoor het zo gevormd kan worden dat de lenswerking ontstaat.

Zodra er echter een kleine elektrische spanning op het materiaal wordt toegepast, veranderen de eigenschappen volledig, en kan de interactie met het licht effectief worden uitgezet. Zodra dit gebeurt kan het licht dat eerst gefocust werd ongehinderd door het materiaal heengaan: de lens is uitgeschakeld.

Virtual reality

De materialen die de onderzoekers gebruiken zijn sterk transparant; een nuttige eigenschap voor toepassingen zoals brillen voor augmented en virtual reality, het volgen van

oogbewegingen, of ‘beam tapping,’ waarbij – vergelijkbaar met een telefoontap – een klein beetje van een signaal afgetapt wordt om iets te weten te komen over de informatie die het bevat. De inzichten uit dit onderzoek maken het mogelijk om op een nieuwe manier optische elementen te ontwerpen en die in dergelijke toekomstige technieken toe te passen.

Referentie

Het onderzoek van de natuurkundigen is onlangs gepubliceerd in het tijdschrift *Nature Photonics*:

Exciton resonance tuning of an atomically thin lens, Jorik van de Groep, Jung-Hwan Song, Umberto Celano, Qitong Li, Pieter G. Kik en Mark L. Brongersma, Nature Photonics (2020).