

Submicronstructuren brengen kleur in metaal.

In 2003 verscheen een artikel in dit blad met als titel "Nooit meer namaak!" [1], dit artikel beschreef de mogelijkheden die met direct-DOVID (Diffractive Optical Variable Image Devices) technologie mogelijk zijn. Vandaag is deze technologie verder ontwikkeld en toepasbaar voor bijvoorbeeld het verfraaien van metalen voorwerpen.

• *M. van den Hurk (mayk.vandenhurk@tno.nl)* •

Het met behulp van een laser aanbrengen van structuren en graveringen op allerlei materialen en producten is al lange tijd niets bijzonders meer. Zo is de kans groot dat de letters op uw toetsenbord en serienummers op allerlei producten met behulp van een laser zijn aangebracht. Hierbij maakt het niet uit van welke materialen het voorwerp gemaakt is, voor nagenoeg elk denkbaar materiaal is een laserbewerking voor handen. Wanneer de markeringen echter bijzondere eigenschappen moeten hebben, zoals het vertonen van kleureffecten, wordt alles snel een stuk lastiger. Het vereist een behoorlijke investering in middelen en kennis om structuren kleiner dan enkele microns te maken.

Microstructuren op creditcards

Sinds de introductie in 1993 door MasterCard [2] zijn op vele bank- en creditcards hologrammen te vinden, kleurige afbeeldingen die afhankelijk van de kijkhoek verschillende

kleuren of zelfs afbeeldingen weergeven. Door het aanbrengen van een zeer dunne metaallaag om gestructureerd kunststof lijkt het een metalen zegel te zijn. Dit is echter niet het geval en het proces om dergelijke zegels te maken bestaat uit vele stappen. Allereerst wordt er een afbeelding of code op een lichtgevoelige plaat opgenomen, vervolgens worden de niet belichte gedeeltes uitgewassen waardoor een drie dimensionale structuur ontstaat. Deze structuur wordt vervolgens met elektrochemische technieken omgezet naar een negatief van nikkel, de zogenaamde shim. Door deze shim nu onder verwarming in een kunststof folie te drukken ontstaat een holografische afbeelding in kunststof. Met één shim kunnen honderdduizenden identieke afdrucken in kunststof worden gemaakt. Een laatste stap die in sommige gevallen, bijvoorbeeld bij credit-card zegels, wordt genomen is het aanbrengen van een zeer dunne aluminium coating om de reflectiviteit te verhogen.

Kleurige oppervlakken

Van veel verschillende oppervlakken is bekend dat deze een regenboog aan kleuren te zien geven. Denk bijvoorbeeld aan de kleuren van een pauwenstaart, een vlinder of een oliefilm op het water. Zodra licht op een oppervlak met minuscule regelmatige vormen valt zal diffractie van het licht optreden [4]. Het licht reflecteert door de structuur van het oppervlak onder verschillende hoeken en er zal interferentie van de verschillende stralen optreden. Sommige golflengtes (kleuren) zullen versterken en anderen zullen verzwakken of uitdoven. Afhankelijk van de hoek waaronder de structuren worden bekeken zal er een andere kleur sterk zichtbaar worden.



Afbeelding 1: AFM opname van een microstructuur in metaal.

Het rechtstreeks in metalen oppervlakken aanbrengen van microstructuren welke kleurige effecten geven blijkt een grote uitdaging te zijn [1]. De interferentiepatronen in het oppervlak worden met zeer korte laserpulsjes aangebracht en het is natuurlijk niet gewenst dat de net gevormde patronen door een volgende laserpuls weer wordt verwijderd of dat door opwarming van het materiaal de structuren smelten en in elkaar overlopen. In afbeelding 1 is een AFM (Atomic Force Microscopy) opname weergegeven van een interferentiepatroon in metaal, de periodeafstand is hier ca. 800 nm en de diepte van de microstructuur is ca. 100 nm.

Regelmatige oppervlaktepatronen met een periodeafstand van ongeveer 1000 tot 2500 lijnen per inch zorgen voor een eerste orde diffractie van het invallende licht, er is dan vanuit een hoek maar een golflengte goed zichtbaar. Hogere orde diffractiestructuren zijn met lasertechnologie (nog) niet rechtstreeks in metalen oppervlakken aan te brengen, er zijn periodeafstanden nodig welke vele malen kleiner zijn dan de golflengte van het invallende licht. Denk hierbij aan regelmatige structuren in de orde van enkele tientallen nanometers.

Toepassingen van verfraaiing

Door gebruik te maken van pixelmethoden is het mogelijk alle denkbare logo's en foto's te maken. In afbeelding 2 is een artist impression van een foto van prins Willem-Alexander en prinses Maxima weergegeven, hierbij zijn pixels van 40*40 micron gebruikt. Elke pixel bestaat uit een interferentiepatroon met een periodeafstand van 800 tot 2500 micrometer. Doordat interferentiepatronen een kleur weergeven die afhankelijk is van de kijkhoek zullen de aangebrachte afbeeldingen steeds een andere kleur weergeven.



Afbeelding 2: Artist impression met een resolutie van 650 dpi. De werkelijke breedte van de afbeelding is ca. 10 mm

In afbeelding 3 is een voorbeeld van kijkhoekafhankelijke kleuren weergegeven, een logo van TNO dat onder verschillende hoeken steeds een ander kleurpatroon laat zien. In principe zijn nagenoeg alle metalen en een veelvoud van keramische coatings te voorzien van een DOVID afbeelding. Bijvoorbeeld ter verfraaiing van gebruiksartikelen als luxe bestek en vulpennen maar ook medaillons of herdenkingspenningen.



Afbeelding 3: Logo van TNO, gefotografeerd vanuit verschillende hoeken.

Beveiligingslabels

Naast verfraaiing van metalen of keramische materialen is het ook mogelijk om deze structuren in te zetten als beveiligingskenmerk. Bijvoorbeeld op hoogwaardige (vliegtuig)onderdelen. Veelal worden beveiligingskenmerken in drie verschillende niveaus ingedeeld. Niveau 1 beschrijft kenmerken die met het blote oog goed waarneembaar zijn en

DOVID TECHNOLOGIE

die zonder hulpmiddelen kunnen worden uitgelezen. Ook de kenmerken waarop moet worden gelet zijn algemeen bekend, bijvoorbeeld ingeslagen nummers of standaard lasermarkering. Beveiligingsniveau 2 beschrijft kenmerken die met het blote oog of onder geringe vergroting zichtbaar zijn en waarvan de specifieke beveiligingskenmerken niet algemeen bekend zijn. Ze zijn slechts bij een beperkt aantal mensen (bijvoorbeeld bij banken, politie of douane) bekend. Dergelijke kenmerken worden veel op bankbiljetten en paspoorten toegepast. Kenmerken op het hoogste beveiligingsniveau, niveau 3, zijn veelal niet met het blote oog tot in detail zichtbaar, er is speciale apparatuur en kennis noodzakelijk om de echtheid van een dergelijk kenmerk aan te tonen.



Afbeelding 4: Doordat deze techniek een investering in kennis en middelen vraagt is hij ook geschikt als beveiligingsmethode. Eventueel verder uit te breiden naar hogere beveiligingsniveaus.

Met de Direct-DOVID technologie is niveau 2 en 3 haalbaar. Niveau 2 doordat zeer speciale kenmerken worden aangebracht (kleurige effecten in staal). Deze kenmerken zijn zeer moeilijk na te maken en niet na te maken met eenvoudige apparatuur en beperkte kennis. Niveau 3 is bijvoorbeeld te bereiken door toepassing van speciale optische componenten die uitsluitend voor de fabrikant beschikbaar zijn en welke in een beveiligde omgeving worden opgeslagen.

Referenties

- [1] M. van den Hurk, J.E. Bullema, Nooit meer namaak!, Mikroniek nr. 4, 2003
- [2] Vidhya Seran, Security applications, 3-2001.
- [3] Renesse R.L. van, Optical Document Security, Artech House, ISBN 0-89006-982-4, 1998.
- [4] E. Hecht, Optics 3rd ed., Addison-Wesley, ISBN 0-201-83887-7, 1998