

Laser als gereedschap in de maakindustrie

APPLICATIONS DU LASER

Cet article donne un aperçu des diverses applications du laser dans l'industrie manufacturière, avec une attention particulière pour le rôle que le laser joue dans chaque application et le type de laser utilisé. Pour ceux qui souhaitent se documenter plus en détail sur chaque technologie, il existe des liens vers des informations complémentaires disponibles en ligne.

i Sirris
Olivier Malek

In de maakindustrie worden lasers gebruikt voor:

- Lasersnijden
- Laserharden
- Lasertextureren en structureren
- Lasersmelten en sinteren van poeders (AM, lasercladden)
- Laserpolijsten

Er is ook nog een toepassing waarbij een gepulseerde laser (P-laser) wordt gebruikt voor het reinigen van oppervlakken. Anderzijds vallen lasertoepassingen voor metrologie en kwaliteitscontrole buiten de scope van dit overzichtsartikel.

Er zijn ook meer exotische laser toepassingen die nog in conceptfase zitten, zoals deze die gebruik maken van de schokgolven veroorzaakt door zeer korte hoog-energetische laserpulsen om bijvoorbeeld restspanningen in materiaal weg te halen. Deze toepassing zit nog in haar kinderschoenen en wordt daarom ook niet verder besproken. Maar ze is veelbelovend voor bijvoorbeeld de AM sector.

De verschillende toepassingen hebben ook verschillende eisen naar lasers, zo kan je grosso modo een lijn trekken tussen CW (Continuous Wave) en gepulste lasers.

Lasersnijden wordt voornamelijk gedaan door middel van een hoog-energetische CW laser die materiaal smelt. Procesgas onder hoge druk zorgt ervoor dat dit gesmolten materiaal weggeblazen wordt en een mooie snede overblijft. Een typische laser voor deze toepassing is een multi-KW solid state CO₂ laser.

Drie typische snijprocessen zijn te onderscheiden:

- Fusion cutting
- Flame cutting
- Sublimation cutting

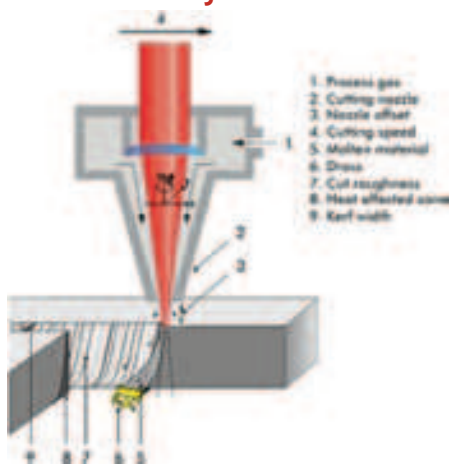
2. LASERHARDEN

Laserharden is een technologie die gebaseerd is het vormen van de martensiet fase in C-staal. Indien men het fasediagram van

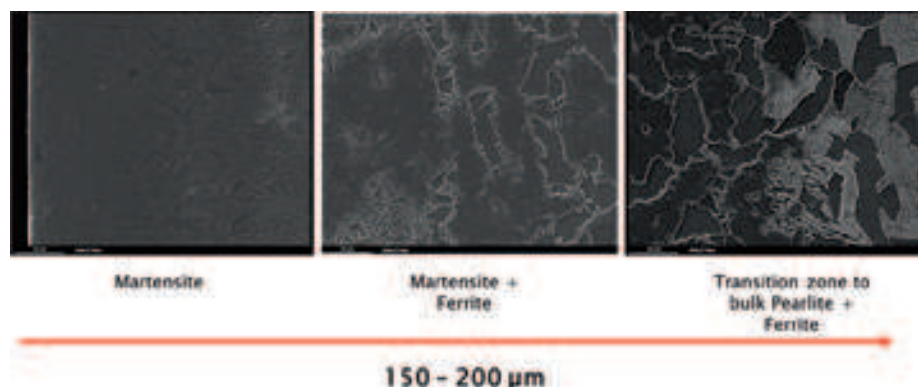
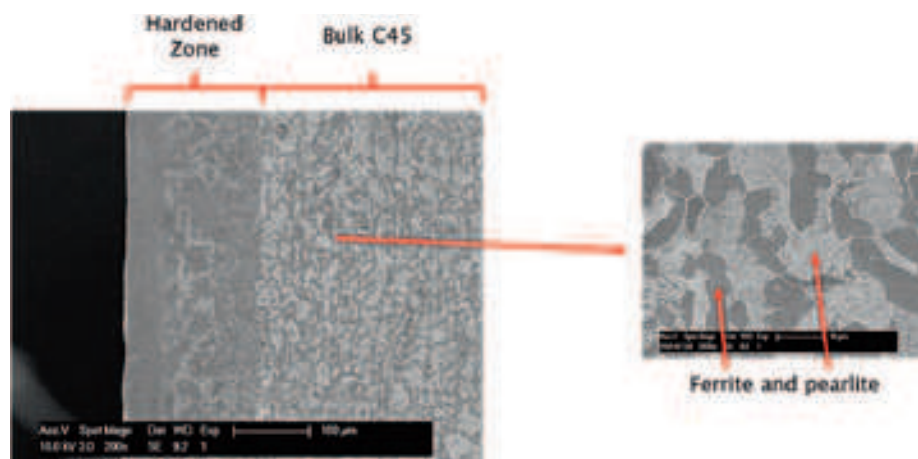
staal bekijkt, ziet men dat het zich op hogere temperaturen in de austeniet fase bevindt. Indien men dit bijzonder snel afkoelt, heeft het koolstof niet voldoende tijd om terug te diffunderen en blijft alle C in het ferriet, een fase die niet veel C kan bevatten. Hierdoor treden forse spanningen op die het materiaal bijzonder hard en bros maken. Martensiet heeft een hardheid die vele malen hoger ligt dan zacht staal (1000 kg/mm²).

Bij het laserharden wordt een dunne laag van het C-staal opgewarmd tot net onder het smelttemperatuur, wat er voor zorgt dat het tijdelijk zich in de austeniet fase bevindt. Als de laser weer vertrekt, koelt deze dunne laag onder invloed van de thermische geleidbaarheid van de omliggende (koude) bulk, bijzonder snel af (> 1000 K/sec) waardoor een bijna volledige transfor-

1. LASERSNIJDEN



▲ Lasersnijden



▲ Laserharden

matie naar martensiet wordt bereikt. Een bijkomend voordeel van deze technologie is dat het drukspanningen veroorzaakt in deze harde laag. Tijdens abrasieve belasting op zulke harde laag zullen eventuele breuken moeite hebben met het verder groeien dankzij deze drukspanningen.

Dieptes variërend van 0.1 mm tot 0.5 mm op een vlak oppervlak zijn mogelijk, voor geometrieën zoals snijkanten van messen, tanden van tandwielen. Er is proefondervindelijk aangetoond dat, door de wijzigende warmteverdeling, tot 2.5 mm diep gehard kan worden. Dit is voor de meeste toepassingen meer dan voldoende.

Als warmtebron worden meestal diode lasers met een top-hat laserstraal gekozen, die over een oppervlak bewegen. Dit is ideaal voor meskanten, zitting van lagers, geleidingsrails en spuitkoppen. Voor gekromde oppervlakken is het noodzakelijk om naar galvo scanners te gaan die de laserstraal bijzonder snel over een oppervlak laten oscilleren. Op deze manier kan een breder gebied homogeen gehard worden en kan er ook gehard worden op dubbel-gekromde oppervlakken.

Hardheden tot HV0.5 850 kg/mm² zijn mogelijk met deze technologie. Een voorwaarde is echter dat het koolstofgehalte tussen de 0.2 en 0.8 % ligt, anders wordt er ofwel geen martensiet gevormd ofwel te veel achtergebleven austeniet dat voor breuken en interne spanningen zal zorgen.

3. LASERTEXTUREREN

Het aanbrengen van texturen is, naast coatings, één van de belangrijke manieren om functionaliteit toe te voegen aan oppervlakken. Dit is veelal gebaseerd op voorbeelden uit de natuur. Denk maar aan het lotus blad waarvan opstaande papilae ervoor zorgen dat er lucht tussen het blad en het water gevangen blijft, waardoor de contacthoek hoog blijft en de druppel er vlot van af rolt. Dit zorgt er voor dat het lotus blad schoon blijft en niet onder water zakt door het gewicht van het water. Een ander voorbeeld uit de natuur is de haaienhuid, waarin een textuur zowel antibacteriële eigenschappen veroorzaakt als een verminderde hydrodynamische weerstand.

Er zijn uiteraard nog andere manieren om texturen aan te brengen op een directe manier, zoals

- Zandstralen
- EDM (vonk verspanen)
- (Micro) milling
- Etsen
- Lithografie

Daarnaast bestaan nog indirecte manieren zoals spuitgieten, roll-to-roll processen en dergelijke. Deze maken massaproductie van getextureerde producten mogelijk, maar ze vereisen nog steeds het textureren van de rol of de matrijs met voornoemde technologieën.

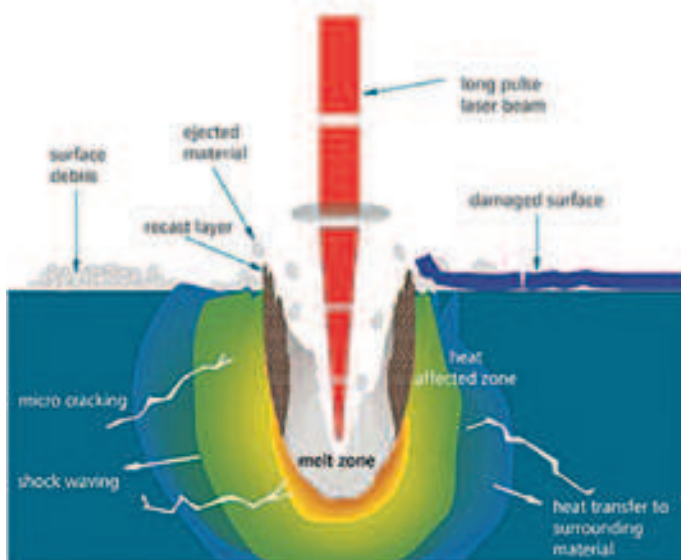
Van dat alles zijn lithografie en lasertextureren de meest nauwkeurigste. Echter, lithografie is te duur, te complex en bijna onbereikbaar voor het gros van de maakbedrijven. Daarom biedt lasertextureren een goed alternatief waarin prijs, flexibiliteit en nauwkeurigheid in balans zijn.

Om texturen aan te brengen aan een oppervlak is het noodzakelijk dat men snelle gepulste lasers gebruikt. CW lasers zouden het stuk fors opwarmen, veel schade introduceren en gebrekkige kwaliteit opleveren. Ook binnen de categorie van gepulste lasers zijn er verschillen: hoe korter de puls duur, des te hoger de kwaliteit van de textuur. Bij femtoseconde pulsen wordt er zelfs helemaal geen warmte meer geïntroduceerd in het stuk, met als gevolg bijzonder mooie, kwalitatief hoogstaande texturen, ideaal geschikt voor het bereiken van allereerste functionaliteiten.

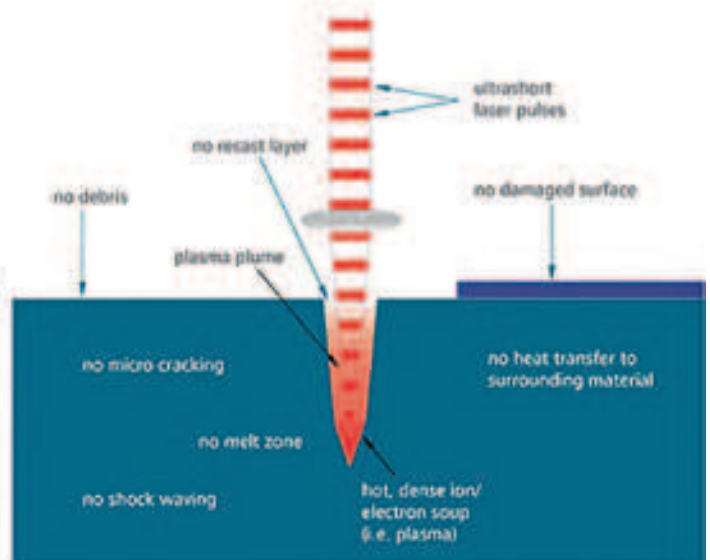
Typische functionaliteiten die door lasertextureren worden aangebracht zijn het hydrofoob maken van oppervlakken, hogere, lagere of afgemeten wrijvingscoëfficiënten, antibacteriële eigenschappen, optische ei-



Application with long pulse laser (e.g. μs)



Application with ultra short pulse laser (e.g. fs)



▲ Lasertextureren

genschappen, haptische eigenschappen en ga zo maar door. De geometrie en laserparameters bepalen in welke mate deze eigenschappen bereikt kunnen worden.



4. LASERSMELTEN/SINTEREN

4.1. ADDITIVE MANUFACTURING (AM)

Bij additive manufacturing worden in grote lijnen voor 2 groepen van deze technologie 2 types laser gebruikt. Een eerste groep is de technologie waarbij een monomeer hars onder UV straling wordt gepolymeriseerd, gekend onder "VAT polymerisation". In deze groep, ook wel de oudste groep van technologie werd/wordt gebruik gemaakt van UV lasers. Deze lasers straalden dan het

monomeer hars aan om dit te polymeriseren. De polymerisatie reactie wordt in dit geval in gang gezet door de UV straling van de (UV)laser. Vandaag wordt echter meer gebruik gemaakt van UV lichtbundels die door een DLP georiënteerd worden zoals dat in een beamer bijvoorbeeld het geval is. Een UV bundel valt dan in op de DLP en de DLP gaat een UV patroon op het monomeer oppervlak projecteren en zo lokaal het materiaal polymeriseren. Typisch gaat het hier om een solid state laser van 100mW. Een typische laserbeam diameter is tussen 0.25 mm en 0.075 mm afhankelijk van de modus waarin het werkt (snel of hoge resolutie).

De tweede categorie van additieve materiaalopbouw die typisch een laser gebruikt zijn de "powderbed fusion" technologieën. Hierbij wordt een poeder van enkele tientallen μm (15 tot 90 μm typisch) uitgespreid over een oppervlak. De laser gaat dan warmte genereren om het poeder in elkaar te sinteren (bij polymeren) of smelten (bij metalen). Het gaat hier dan typisch om lasers die warmte gaan inbrengen in het poederbed.

Voor het verwerken van metaalpoeder worden typisch Yb fibre lasers gebruikt met

vermogens van 200W tot 1kW afhankelijk van het type metaal poeder.

Voor polymeren wordt meestal een CO_2 laser gebruikt met typische vermogens van 30 tot 70W.

Meer en meer gaan machines ook verschillende lasers combineren al dan niet van hetzelfde vermogen.

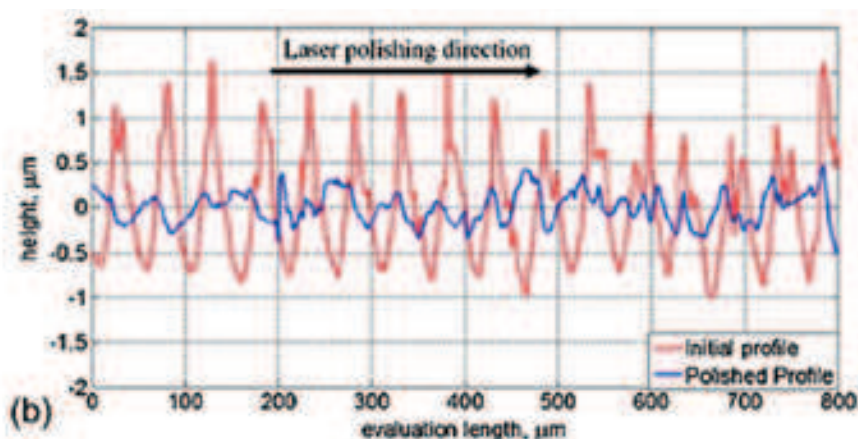
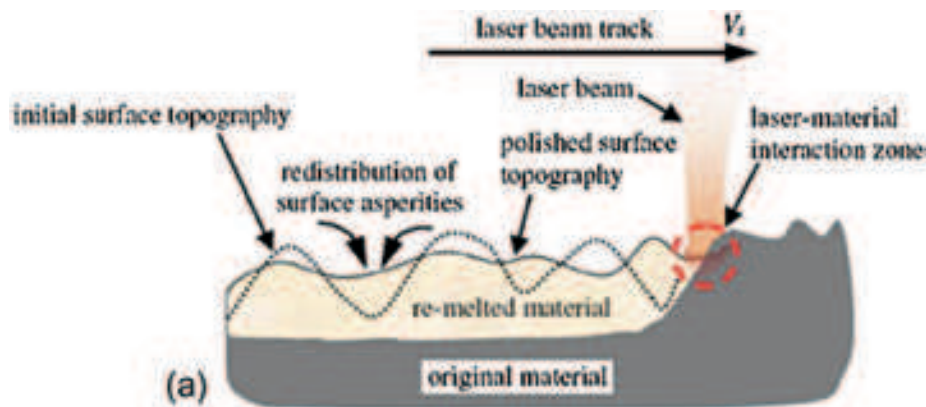
4.2. LASERCLADDEN

Lasercladding is een techniek waarbij metallisch granulaat door middel van laser energie insmelt op substraat. De gebruikte lasers hebben een vermogen van 200W tot 6KW. Lasercladding deklagen kenmerken zich door een geringe opmenging en een volledige fijne metallografische structuur van hoge dichtheid. Een van de voordelen van lasercladden t.o.v. het oplassen met elektroden is de geringe warmte inbreng en de geringe opmenging hetgeen leidt tot een goede adhesie. Hierdoor is de maatverandering en vervorming van het bewerkte object beperkt. Lasercladden en (ultra) high speed lasercladden worden uitvoerig besproken in verdere artikelen van deze editie.

5. LASERPOLIJSTEN

Bij het laser polijsten wordt simpelweg een zeer dun oppervlak gesmolten waardoor de aanwezige oppervlakterutheid wordt verlaagd (uitgesmeerd). Dit kan door zowel gebruik te maken van CW als gepulste lasers, maar het belangrijke aspect hieraan is dat veelal scanners nodig zijn in combinatie met kleine spotgroottes (0.4-0.8 mm) en multi-kW vermogens. Een hoge scansnelheid in combinatie met hoge vermogensdichtheden zorgen er voor dat er een spiegellend oppervlak wordt bereikt met een ruwheid die ongeveer 10 tot 20 keer zo laag ligt als het origineel.

Het voordeel van deze technologie is dat het veelal sneller kan als manueel polijsten, gemakkelijk geautomatiseerd kan worden en minder operator afhankelijk is, waardoor een consistente kwaliteit kan bereikt worden. Het nadeel is dat de minimum oppervlakteruwheden (0.1-0.2 μm Ra) nog steeds boven de bereikte waarden met manueel polijsten liggen. Echter niet voor alle toepassingen is spiegellkwaliteit noodzakelijk, waardoor laserpolijsten een attractieve kandidaat is.



▲ Laserpolijsten