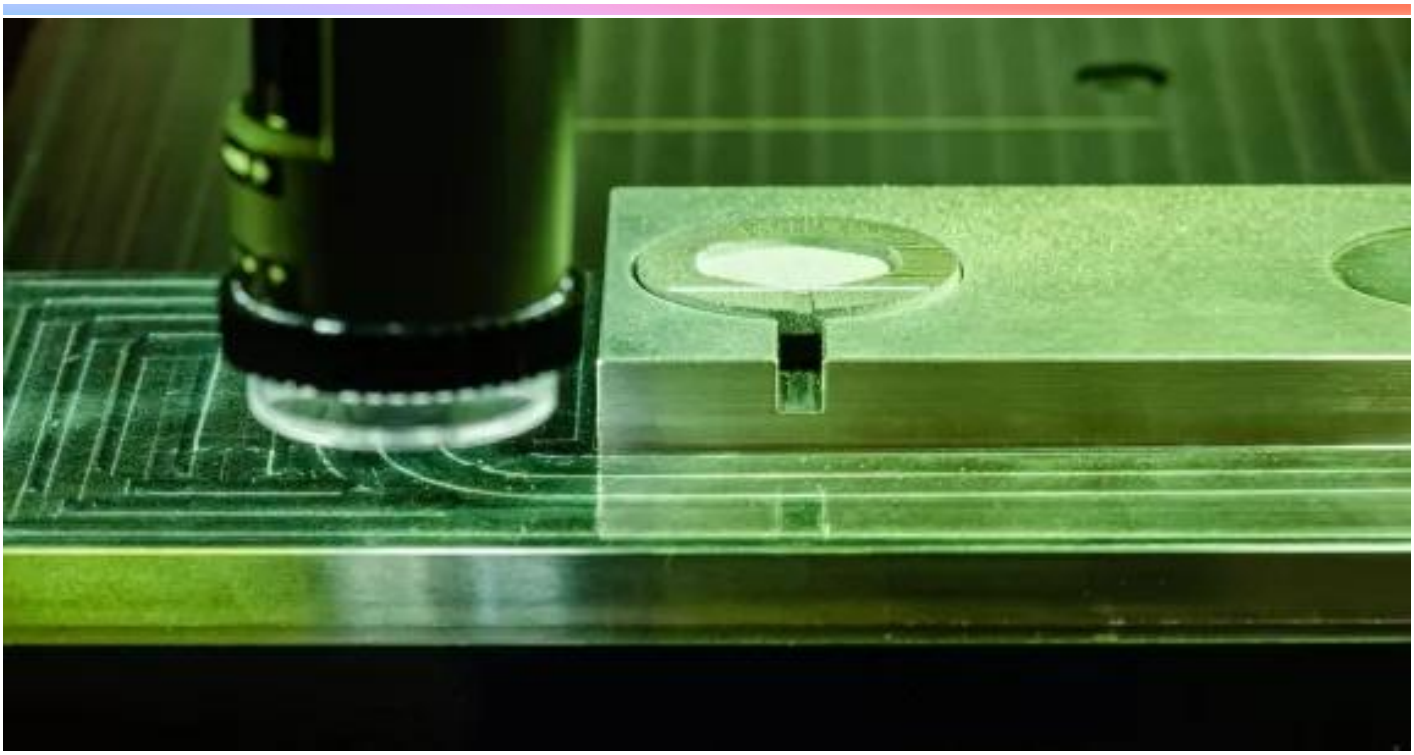


Ultrakort gepulste lasers om materialen te snijden

29 september 2022, 14:47

Olivier Malek

Lasers worden op verschillende manieren ingezet om materiaal te snijden. Nieuwe technologieën zoals ultrakort gepulste (UKL) lasers kunnen transparante materialen snijden op een nieuwe manier: 'stealth dicing'. Ultrakort gepulste laser - femtolasers - hebben ook het voordeel dat ze het materiaal niet smelten. Het materiaal wordt verpoederd, zonder het omringende materiaal op te warmen. We schetsen kort techniek en toepassing.

Een volledige snijsnede verpoederen met ultrakort gepulste lasers is mogelijk, maar gaat langzaam en je verliest ook aan oppervlak. Hier een femtosecondelaser gebruiken levert het voordeel op dat de 'heat affected zone' er rondom minimaal blijft.

In het geval het materiaal transparant en bros is, focusseert men de spot in het materiaal om alzo defecten te maken op verschillende diepte langsheen de snijrichting (zie onderstaande figuur, a, b, c, d). Het materiaal breekt dan langsheen deze defecten. Omdat intern een defect gegenereerd wordt, heet deze techniek 'stealth dicing'. Ultrakort gepulste laser zijn hiervoor geschikt, omdat ze een voldoende hoge intensiteit hebben, doordat de energie gecomprimeerd is in de korte tijdsspanne van de puls. De voorwaarde hierbij is dat het materiaal transparant is voor de gebruikte golflengte van licht, alsook bros, zodat het makkelijk breekt.

Zoals geïllustreerd in onderstaande figuren a tot d, wordt de zone in het materiaal die belicht is langer en smaller. In de figuur a (sterk gefocusseerd) verlegt men de focusdiepte tussen de pulsen, zodat er discrete defecten ontstaan in het materiaal. Eerst maakt men de diepste defecten, om

lichtverstrooiing aan bovenliggende defecten te voorkomen.

In onderstaande figuur b (rechtsboven), is er een overlap en wordt er een lang, niet-uniform defect gegenereerd. Indien met overschakelt naar een losse focus volgens de dikte van het materiaal, kan men een meer uniform defect genereren met één puls over grotere afstand (zie figuur c).

Tenslotte, zoals te zien op de figuur d, kan men met behulp van speciale lenzen, (o.a. axicon) de lichtpuls met zichzelf laten interfereren ('Bessel-bundel'). Hierdoor wordt de lichtpuls verdeeld over een grote diepte (1 mm), maar over een zeer klein oppervlak (diameter van 1 µm), zodat er toch nog voldoende energie is om een defect te genereren over 1 mm lange afstand.

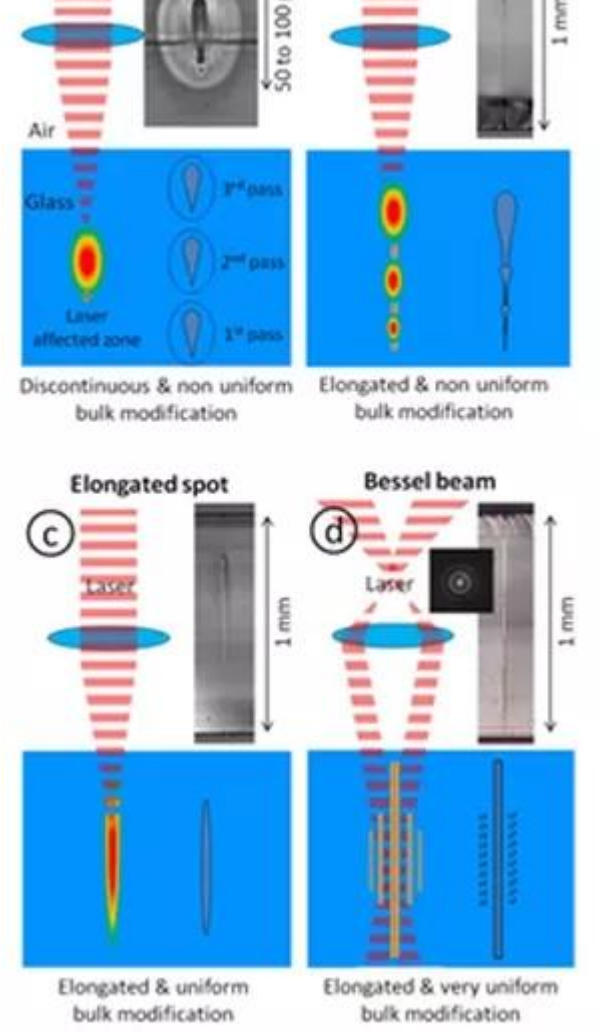
Zodoende ontstaan er over de bijna volledige dikte van het materiaal kleine barsten. Wetende dat de pulsfrequentie typisch rond de 1.000.000 per seconde ligt, zorgt dit voor snijsnelheden tot 1 m/sec.

Een voorwaarde is wel dat het bros materiaal betreft dat transparant is. Het licht moet immers propageren doorheen het materiaal tot het punt van de focus. Vandaag bestaan er al UKP-lasers en lenzen, met verschillende golflengtes: 200-2.000 nm. Vergelijk: de golflengte van zichtbaar licht ligt tussen 400-700 nm, wat wil zeggen dat, ook al kan je niet door een materiaal kijken, het misschien toch transparant is voor andere golflengtes.

Toepassing en potentieel

De techniek van ultrakort gepulste lasers is vandaag wereldwijd in gebruik om glas te snijden voor optische displays. Andere materialen, zoals saffier en de kunststof PMMA, worden onderzocht.

Wat de dikte van het materiaal betreft, is er eveneens vooruitgang: de dikte van het materiaal bedraagt typisch enkele millimeters, maar onlangs nog kon op onderzoeksniveau het snijden van 1 cm dik glas worden aangetoond.



Stealth dicing: het licht wordt gefocust in het materiaal en creëert defecten waarlangs het materiaal breekt

Snijden de huidige laseroplossingen niet zuiver genoeg of wilt u meer weten over de mogelijkheden met femtosecondelasers voor het snijden van uw materiaal, Neem contact met ons op! Op onze in house femtolaser kunnen we kleine samples maken ter demonstratie. Voor stealth-dicing kunnen we u in contact brengen met andere centra.

Deze blogpost werd gepubliceerd in het kader van het COOCK-project SURFACESCRIPT.

Bronnen

- John Lopez, et al., Glass cutting using ultrashort pulsed Bessel beams, 34th International Congress on Laser Materials Processing, Laser microprocessing and Nanomanufacturing (ICALEO), 18-22th October, Atlanta, USA 2015.
- Maik Frede et al, High energy ultrashort pulsed laser sources at 2 um and Beyond - Results from the nucleus Project, AKL 22', 4-6 May, Fraunhover Institute for Laser Technology ILT Aachen.
- Femtosecond laser processing of Polymethyl Methacrylate with and axicon, Yu Matushiro et al., Journal of Laser Micro/Nanoengineering Vol. 11., No. 1, p.59 (2016)

- Extremely high-aspect-ratio ultrafast Bessel beam generation and stealth dicing of multi-millimeter thick glass, R. Meyer et al., Appl. Phys. Lett. 114, p. 201105 (2019)

Auteurs



Olivier Malek