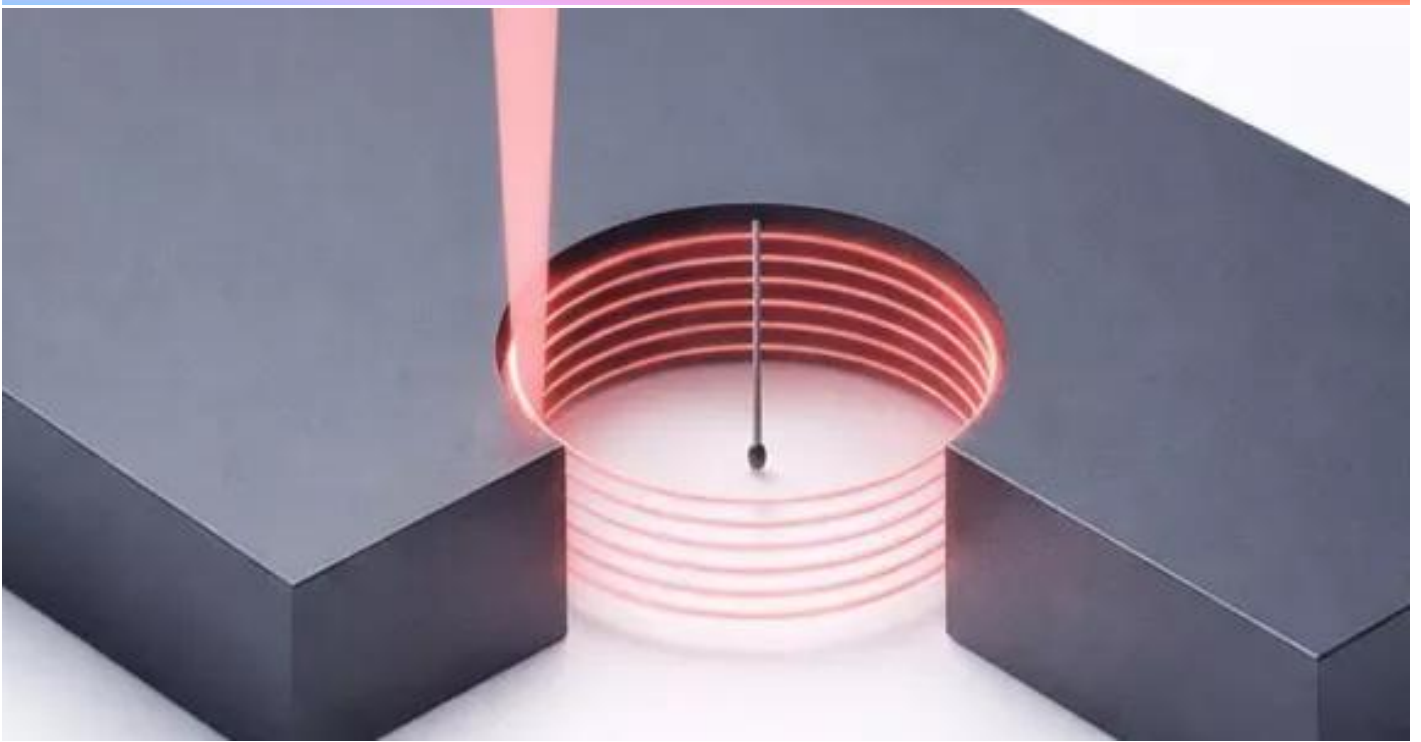




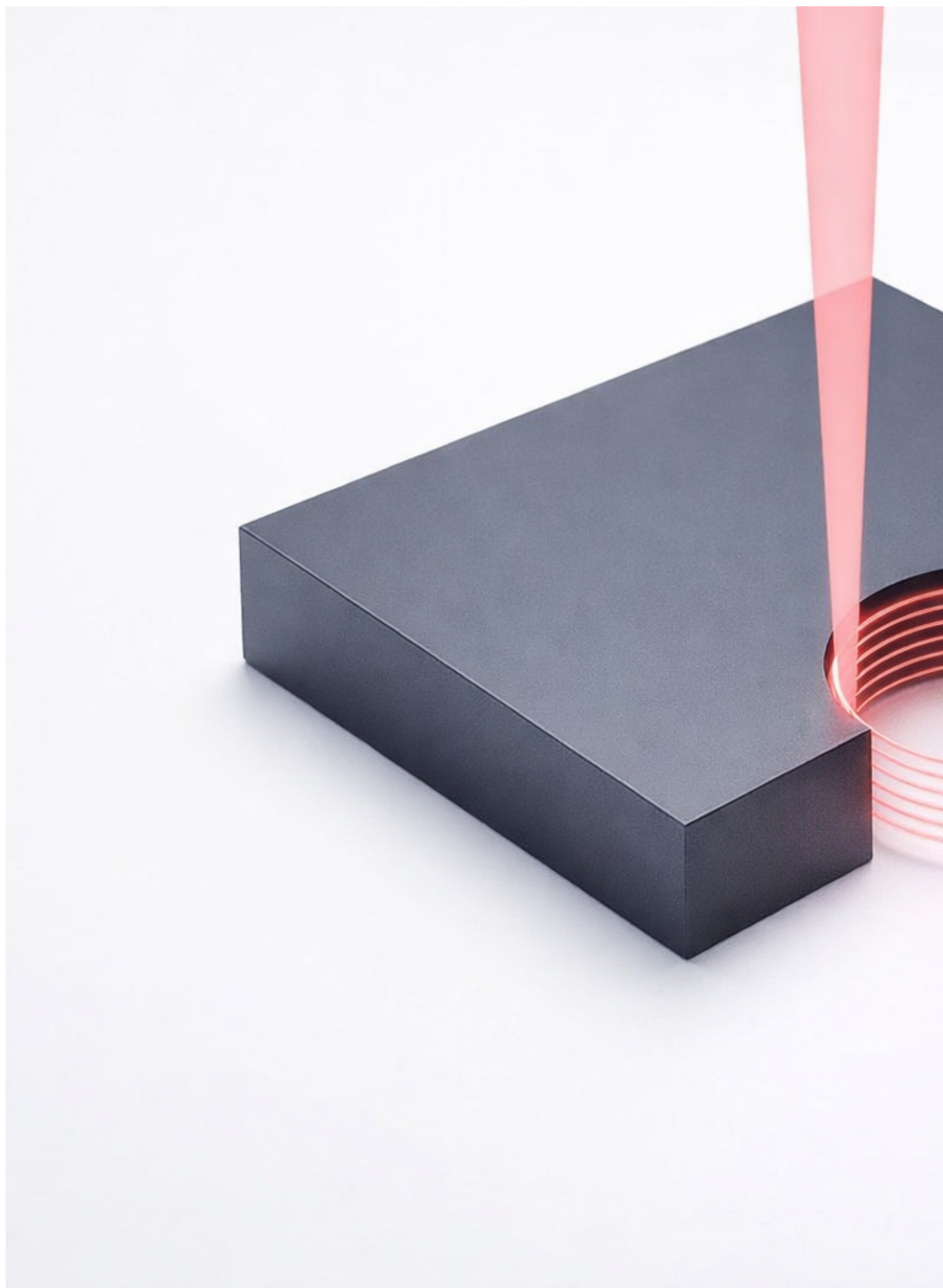
Bewerking van glas en keramiek met femtosecondelaser

02 februari 2026, 08:11

Felipe Baroni

Nauwkeurige bewerking zonder warmte-effecten, op weg naar industriële volwassenheid

Precieze bewerking van glas en technische keramiek blijft moeilijk met conventionele methoden. Dit artikel onderzoekt hoe bewerking met een femtosecondelaser het mogelijk maakt om te snijden, te boren en oppervlakken te structureren met minimale thermische impact. Het legt de onderliggende principes uit, geeft praktische voorbeelden van glas- en keramiekcomponenten en bekijkt toepassingen waarin de technologie de overgang maakt van onderzoek naar industrieel gebruik.

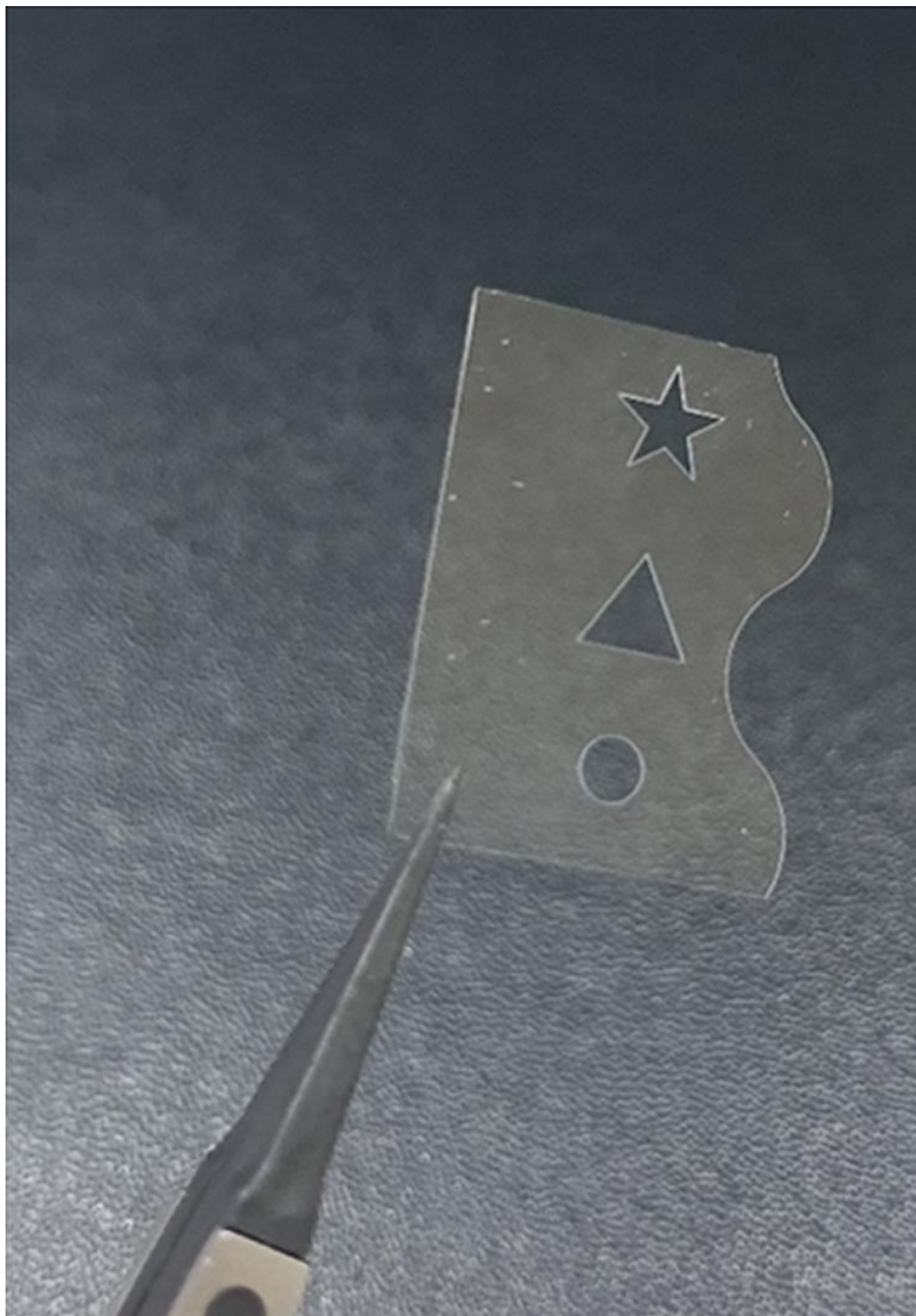


Femtoseconde-laserbewerking: een praktische aanpak voor een hardnekkig probleem

Glas en technische keramiek, zoals alumina, zirkonia of siliciumcarbide, zijn vandaag onmisbaar in industriële toepassingen. Ze worden gebruikt als dragers, geleiders, mondstukken, afdichtringen, sensorbehuizingen of optische componenten. Deze materialen blinken uit in slijtvastheid, chemische inertie en temperatuurstabiliteit, maar ze zijn ook berucht om hun bewerkingsmoeilijkheid. Mechanische bewerking met diamantgereedschap of slijpstenen is traag, kostbaar en beperkt in vormvrijheid. Daarbij komen nog risico's op scheurtjes en microbreuken, die de structurele integriteit van het onderdeel kunnen aantasten.

Voor bedrijven die precisiecomponenten in glas of keramiek verwerken, blijft dit een rem op automatisering en productoptimalisatie. De nood aan fijnere structuren, nauwere toleranties of geïntegreerde functionaliteit groeit, maar conventionele bewerkingstechnieken lopen tegen hun grenzen aan.

In die context biedt femtoseconde-laserbewerking (fs-bewerking) een alternatief. Dankzij extreem korte pulsen met hoge piekvermogens wordt materiaal weggehaald met minimale warmte-inbreng. Deze 'koude' interactie maakt het mogelijk om met hoge precisie te werken, zonder de typische thermische schade of microbarsten die gepaard gaan met traditionele technieken. Wat ooit een experimentele techniek was, is vandaag een industriële tool aan het worden: betrouwbaar, reproduceerbaar en compatibel met productieomgevingen.



Hoe werkt femtoseconde-laserbewerking op breekbare materialen?

Wanneer een femtosecondepuls een transparant of keramisch materiaal raakt, treedt niet-lineaire absorptie op. Door de hoge intensiteit van de bundel ontstaat lokale ionisatie en plasma-ablaties, zelfs als het materiaal normaal gezien transparant is voor de golflengte van de laser. De energie wordt zo snel en plaatselijk afgegeven dat het materiaal verdampt voor de warmte zich verspreidt.

Dit heeft drie belangrijke voordelen:

1. **Minimale thermische schade**

Randen en boorwanden blijven scherp en vrij van smeltzones of barsten. Dit verkleint de nood aan nabehandeling zoals polijsten.

2. **Zeer fijne details mogelijk**

Spots van enkele microns en nauwkeurige dieptesturing maken het mogelijk om kleine gaten, sleuven en complexe vormen te realiseren, zelfs bij harde, broze materialen.

3. **Oppervlaktetextuur als bijproduct**

In bepaalde omstandigheden ontstaan zelforganiserende nano-rimpelstructuren (LIPSS), die de oppervlaktespanning, wrijving of lichtabsorptie van het bewerkte oppervlak kunnen beïnvloeden. [1,2]

Glasbewerking: meer dan alleen snijden

Femtoseconde-lasers zijn vandaag al operationeel in tal van toepassingen met technisch glas. Bijvoorbeeld voor het boren en snijden van technische glassoorten zoals borosilicaat, geslepen glas of versterkt glas voor sensoren, beschermvensters of optische platen. Kleine doorvoeropeningen, gleuven of complexe contouren worden met hoge randkwaliteit gemaakt, met minimale versplintering.

Denk ook aan het functionaliseren van oppervlakken. Net als bij metaal kunnen micro- of nanostructuren op glasoppervlakken worden aangebracht om waterafstotende, anti-aandamp of vuilwerende eigenschappen te creëren. Denk aan sensorvensters of afdekkingen voor buitengebruik, die zonder extra coatings functionele eigenschappen meekrijgen. [3]

Dankzij de flexibiliteit van de laserstraal kunnen verschillende zones op eenzelfde onderdeel met verschillende parameters bewerkt worden: bijvoorbeeld montagegaten aanbrengen in het ene deel van een glasplaat, en oppervlaktestructuren toevoegen aan het andere.

Precisiekeramiek: snijden, structureren, versterken

Dezelfde voordelen vertalen zich naar technische keramiek, dat vaak wordt gebruikt in veeleisende toepassingen:

- **Alumina en zirkonia**

Deze materialen worden toegepast in slijtdelen, pomponderdelen, positioneerelementen en afdichtringen. Femtoseconde-lasers maken het mogelijk om nauwkeurige openingen, sleuven of afschuiningen aan te brengen, zonder de structurele sterkte te compromitteren.

- **Keramische substraten**

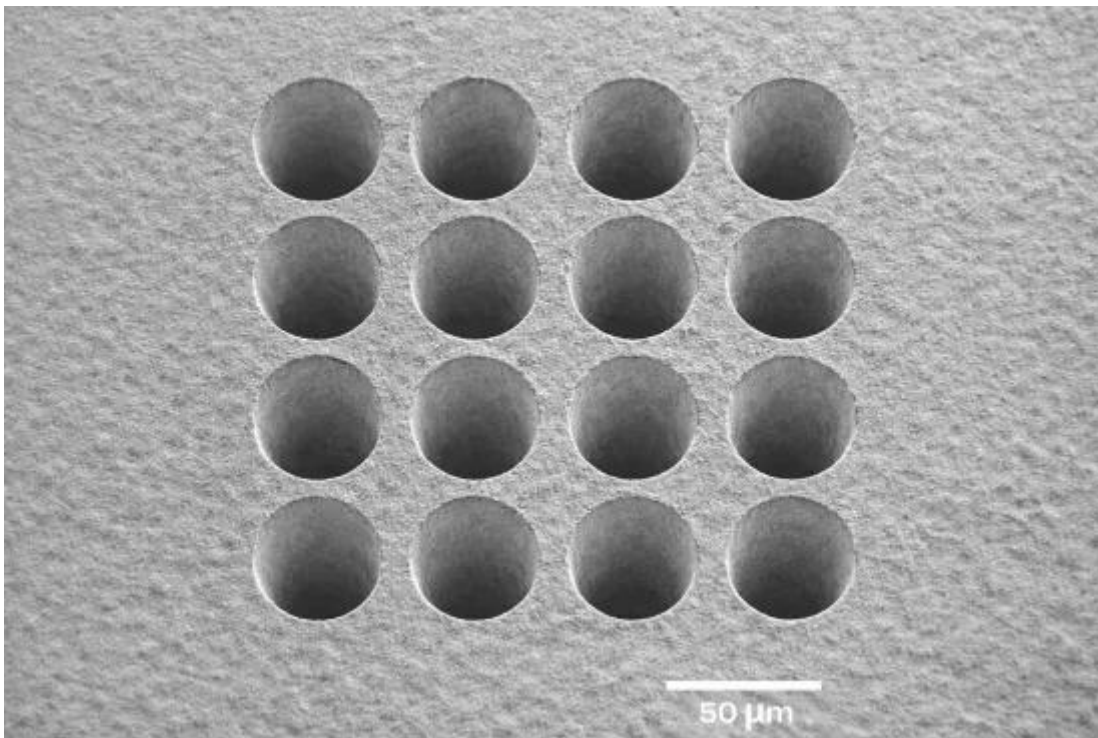
In de elektronica worden substraten van aluminiumoxide en soortgelijke materialen vaak voorzien van kleine via's, uitsparingen of kanaaltjes. Fs-bewerking laat toe om deze structuren contactloos en met hoge herhaalbaarheid te realiseren, zonder dunne platen mechanisch te belasten.

- **Nozzles en openingen**

Voor gasdosering, vloeistofverdeling of microdosing zijn exacte en zuivere openingen in keramiek cruciaal. De laser maakt complexe uitlaatvormen of lokale afschuiningen mogelijk, die de doorstroming kunnen verbeteren of verstopping kunnen verminderen, met behoud van de slijtvastheid.

- **Lichte oppervlaktestructurering**

Door microgroeven of -dimples aan te brengen kunnen glij-eigenschappen of smeerfilmopbouw worden geoptimaliseerd. [4] Deze aanpak is overgenomen uit metalen toepassingen en wordt nu ook op standaardkeramiek toegepast.



ductie-opstellingen:
beweging,

Industriële maturiteit en verdere optimalisatie

Vandaag ligt de focus bij femtoseconde-laserbewerking niet op disruptie, maar op optimalisatie:

- **Productiviteit verhogen binnen bestaande vermogensklassen**

Door slimmere scanstrategieën, bundelvormgeving en optimalisatie van puls-overlap kunnen bestaande systemen sneller werken zonder kwaliteitsverlies.

- **Standaardisatie en parameterbibliotheken**

Naarmate meer bedrijven instappen, worden parametersets voor standaardmaterialen als alumina of borosilicaat beter gedocumenteerd en reproduceerbaar. Dit verlaagt de

instapdrempel.

- **Combinatie van vormgeving en functionalisatie**

Er is groeiende interesse om dezelfde laser te gebruiken voor zowel vormgeving als oppervlakteafstemming. Een afdichtring waarbij de afdichtingszone licht getextureerd wordt, of een sensorvenster waarbij zowel openingen als oppervlaktestructuur in één bewerking worden aangebracht: de combinatie van bewerking en oppervlaktemodificatie wordt steeds vaker benut.

Een technologie met toekomst

Femtoseconde-laserbewerking is vandaag geen futuristische belofte meer, maar een praktische realiteit. Voor glas en keramiekcomponenten die vaak aan de rand van het mogelijke geproduceerd worden, biedt deze technologie een robuuste oplossing. Bedrijven die complexe, nauwkeurige of multifunctionele onderdelen verwerken, kunnen dankzij fs-lasers nieuwe vormen en functies integreren zonder in te boeten op materiaalkwaliteit of betrouwbaarheid.

Dit artikel kwam tot stand in het kader van het [BBBC-project FEMTOFUNC](#), met steun van de FOD Economie.

Zin om biomimetische oppervlakken mee vorm te geven en hun industriële potentieel te verkennen?

Met het FEMTOFUNC-project toont Sirris hoe femtosecond lasertexturering functionele, duurzame en circulaire oppervlakken mogelijk maakt. We nodigen u uit om mee te denken, inspiratie op te doen en te ontdekken hoe deze schone technologie nieuwe toepassingen opent in ontwerp en productie.

[Ontdek het FEMTOFUNC-project](#)

Staat u voor bewerkingsuitdagingen bij glas of technische keramiek?

Neem contact op met onze expert Felipe Baroni om uw toepassing te bespreken en te ontdekken hoe femtosecondebewerking waarde kan toevoegen aan uw productieproces.

[Neem contact op](#)

Referenties

- [1] S. Höhm, A. Rosenfeld, J. Krüger, J. Bonse, “Femtosecond laser-induced periodic surface structures on silica,” *Journal of Applied Physics*, 112(1), 014901, 2012. doi:10.1063/1.4730902
- [2] G. Zhao, G. Wang, Y. Li, L. Wang, Y. Lian, Y. Yu, H. Zhao, Y. Wang, Z. Lu, “Femtosecond laser-induced periodic surface structures on hard and brittle materials,” *Science China Technological Sciences*, 67, 19–36, 2024. doi:10.1007/s11431-022-2327-8
- [3] Y. Lin, J. Han, M. Cai, W. Liu, X. Luo, H. Zhang, M. Zhong, “Durable and robust transparent superhydrophobic glass surfaces fabricated by a femtosecond laser with exceptional water repellency and thermostability,” *Journal of Materials Chemistry A*, 6(19), 9049–9056, 2018. doi:10.1039/C8TA01965G
- [4] Q. Yang, Y. You, B. Cheng, L. Chen, J. Cheng, D. Lou, Y. Wang, D. Liu, “Wettability surface and friction characterisation of ZrO₂ ceramics by femtosecond laser texturing,” *Industrial Lubrication and Tribology*, 75(1), 118–125, 2023. doi:10.1108/ILT-08-2022-0241
- Image 1, adapted from: Li, W. Investigation of Heat Accumulation in Femtosecond Laser Drilling of Carbon Fiber-Reinforced Polymer. *Micromachines*, 14(5), 913. 2023. <https://doi.org/10.3390/mi14050913>
- Image 2: Shin, H. Bottom-up cutting method to maximize edge strength in femtosecond laser ablation cutting of ultra-thin glass. *Optics & Laser Technology*, 38 – 106921. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2021.106921>
- Image 3, adapted from: Jia, X. Advances in Laser Drilling of Structural Ceramics. *Nanomaterials* 12(2), 230. 2022. <https://doi.org/10.3390/nano12020230>

Auteurs



Felipe Baroni