

Betrouwbaar microfrezes van matrijzen

ONDERWERP:

Microfrezes van matrijzen

DOELSTELLING:

Het ontwikkelen van een industrieel betrouwbaar proces voor het microfrezes van metalen matrijzen

MARKTEN:

Gereedschapmakers, leveranciers van frezen, machinebouwers

MOGELIJK GEBRUIK:

Hoog nauwkeurig frezen van microdetails in matrijzen van gehard metaal, poedermetallurgische materialen of aluminium, met een kortere doorlooptijd, lagere kosten en minder gereedschapsslijtage

ONDERZOEKSPERIODE:

Oktober 2005 - september 2009

BUDGET:

EUR 709.120, waarvan EUR 457.614 subsidie door IOP

ONDERZOEKSIJNSTITUUT:

Technische Universiteit Delft, TNO Industrie en Techniek

PROJECTLEIDER:

Marcel Achtsnick



V.l.n.r. André Hoogstrate, Han Oosterling (TNO), Marcel Achtsnick, Peiyuan Li

Onderdelen voor massaproductie worden meestal vervaardigd door persen of spuitgieten. Voor het maken van de noodzakelijke matrijzen is *high speed* frezen de meest gebruikte methode. Momenteel is dit helaas een onvoorspelbaar proces als de frees een diameter heeft van minder dan 0,5 millimeter.

“Om een mobiele telefoon te produceren zijn gemiddeld veertig tot vijftig matrijzen nodig. Het aantal keren dat een matrijs gebruikt kan worden, hangt af van de slijtage”, zegt Marcel Achtsnick, universitair docent aan de Technische Universiteit Delft en projectleider van dit IOP-project.

Om slijtage aan de matrijzen te beperken, worden ze gemaakt van gehard metaal. Van oudsher is dit een proces van meerdere stappen, waarbij verschillende machines worden gebruikt. Eerst wordt het relatief zachte basismateriaal gefreesd en afgewerkt. Door de warmtebehandeling die dan volgt, is het materiaal te hard om de matrijsdetails met een frees aan te brengen. Dat kan wel door middel van vonkverspanen, waarbij een elektrode

van koper of grafiet heel nauwkeurig het metaal verwijdert. Die elektrode is een negatief van de uiteindelijk benodigde vorm. Marcel Achtsnick: "Al met al is het maken van zo'n matrix een relatief langdurig proces dat vele stappen kent. Meestal zijn er verschillende elektrodes nodig om de uiteindelijke vorm te bereiken, die ieder een relatief korte levensduur hebben. Omdat voor het vonkverspanen het werkstuk opnieuw moet worden gespannen in een aparte machine, introduceer je bovendien onnauwkeurigheid in het eindresultaat."

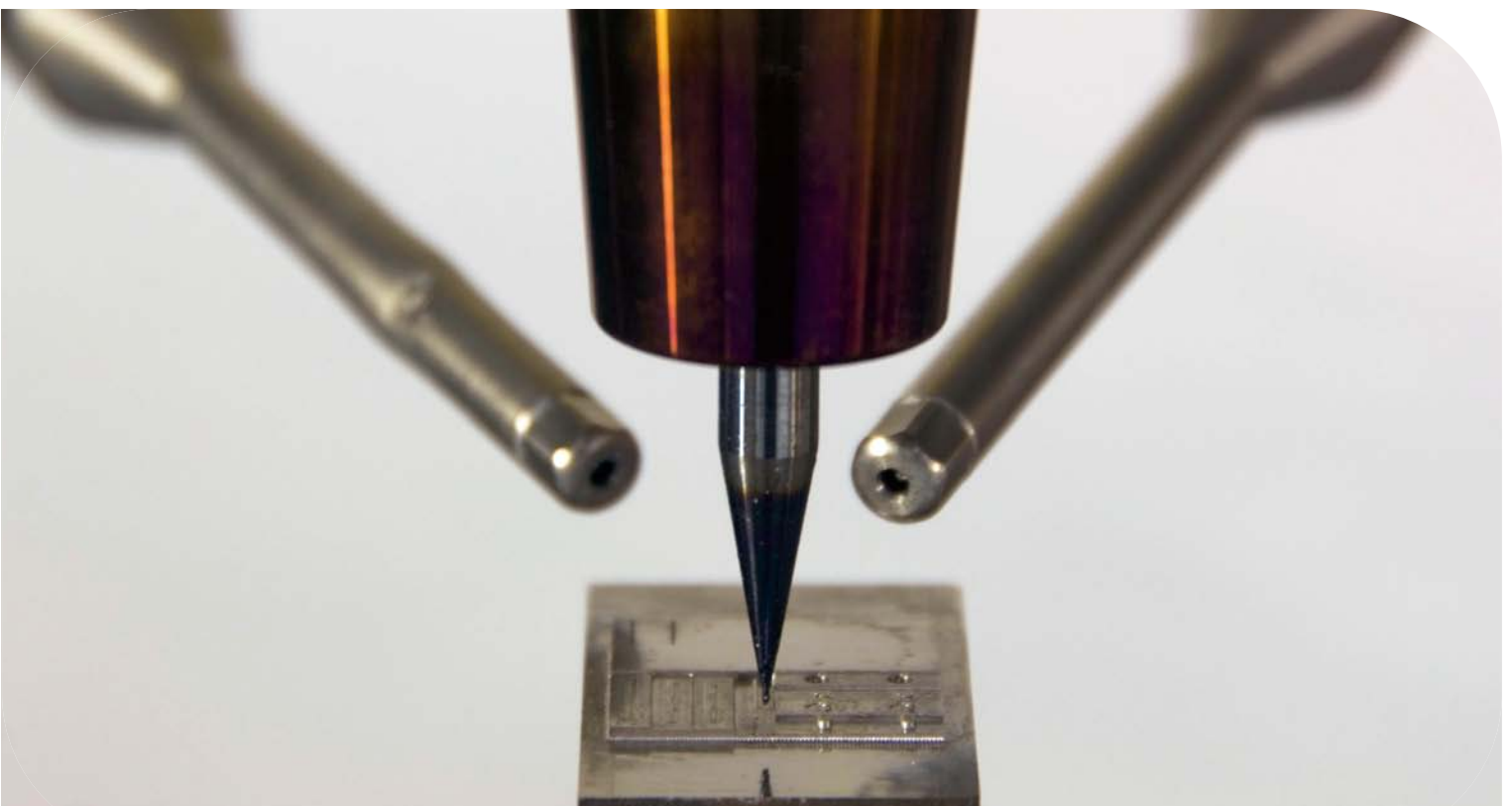
Combinatie

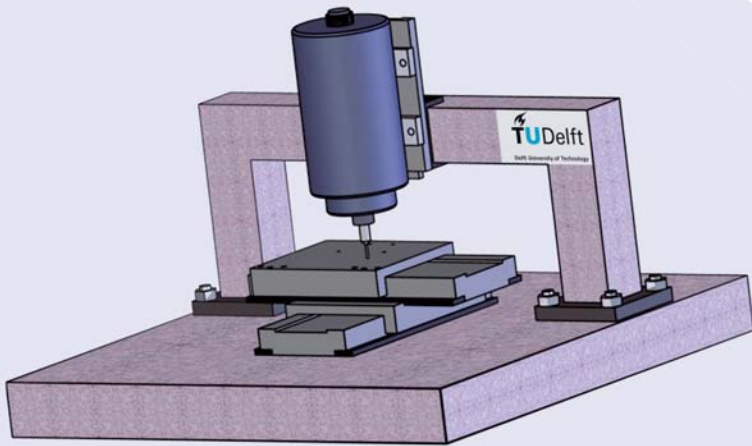
De gereedschapindustrie heeft inmiddels een andere manier dan vonkverspanen gevonden om gehard metaal nauwkeurig te bewerken. Met *high speed milling* - frezen met hoge snelheid - kan dat namelijk wél, en dat heeft bovendien het voordeel van snellere materiaalafname in een kortere freestijd. Maar door de verdergaande miniaturisering worden steeds hogere eisen gesteld aan de afmetingen en de nauwkeurigheid van matrixen, tot in de orde van enkele microns. Om aan die eisen te voldoen is microfreen helaas nog geen geschikt alternatief voor vonkverspanen. De frees - met een diameter van minder dan 0,5 millimeter - of het materiaal breekt af en dat maakt het tot een onvoorspelbaar proces. "In dit project komen dus twee uitdagingen bij elkaar: de noodzakelijke miniaturisatie van het verspaningsproces én het zeer nauwkeurig microfreen van gehard materiaal",

legt Marcel Achtsnick uit. "Het is de combinatie die ons project speciaal maakt."

Drie factoren beïnvloeden de haalbaarheid van microfreen van gehard metaal: de nauwkeurigheid van de freesmachine, de frezen zelf en de rondloopnauwkeurigheid van de spindel. "We hebben eerst verkennende testen uitgevoerd op een standaard high speed freesmachine bij TNO Industrie en Techniek met frezen met een diameter kleiner dan 0,5 millimeter. Wat we merkten was dat bij het gebruik van kleine frezen de onnauwkeurigheid van een draaiende spindel relatief groot is. We hebben ook geconcludeerd dat de positioneertafel van een standaard freesmachine niet voldoet omdat we een nauwkeurigheid nodig hebben op micrometerniveau. "De tweede factor die van belang is, is de kwaliteit van de beschikbare microfreen. Ze zijn wel verkrijgbaar met een diameter vanaf 0,15 millimeter, maar deze worden momenteel alleen gebruikt voor zacht materiaal. Er is behoefte aan een benchmarkstudie om geschikte frezen voor gehard metaal te vinden. De derde factor die de haalbaarheid van microfreen beïnvloedt, is de vereiste snijsnelheid. Marcel Achtsnick: "Bij high speed frezen heb je een veel hogere snijsnelheid nodig dan bij conventioneel frezen. Die snelheid is een functie van het toerental van de spindel en de diameter van de frees. Hoe kleiner de frees, hoe hoger het vereiste toerental. Bij gebruik van een frees met een diameter van 1 millimeter bijvoorbeeld, is een toerental van 200.000 rpm nodig om de

Microfrees in actie, diameter 0,2 mm





Conceptueel ontwerp van de freesmachine

gewenste snijsnelheid van 600 m/min te realiseren. Maar bij een frees van 0,1 mm en datzelfde toerental bereik je slechts 60 m/min. We hebben dus een spindel nodig met extreem hoog toerental.”

Proceskennis over microfreesen

Om meer fundamentele proceskennis op te bouwen op het gebied van microfreesen, ontwikkelen de Delftse onderzoekers een eigen testopstelling. “Op deze manier kunnen we alle onderdelen optimaliseren, zoals het frame, de spindel en de positioneeretafel. We gebruiken bijvoorbeeld een contactloze magneetgelagerde spindel. Zo kunnen we zowel de nauwkeurigheid als het toerental vergroten”, zegt Marcel Achtsnick. “De vereiste stijfheid van de constructie bereiken we door graniet te gebruiken. De experimenten vinden plaats in een geklimatiseerde ruimte om optimale condities te garanderen.”

Met deze opstelling zullen de onderzoekers gedurende de looptijd van het project experimenten uitvoeren met verschillende frezen en materialen. “We gaan bijvoorbeeld met in de spindel ingebouwde intelligente sensoren de snijkrachten meten, evenals het verspaningsmoment, akoestische emissie en de dynamische eigenschappen. *Monitoring* en *control* zijn belangrijk om erachter te kunnen komen of bijvoorbeeld de frees gebroken is en waar op het werkstuk de frees op dat moment was. Normaal gesproken kun je dat alleen onder een microscoop zien.”

Omdat conventionele verspaningsmodellen uitgaan van aannames die in het microdomein niet langer geldig zijn, zullen nieuwe modellen worden ontwikkeld. Projectpartner TNO Industrie en Techniek zal voor industriële doeleinden de resultaten implementeren in een CAD/CAM-omgeving.

Begeleidingscommissie

Al voor het project van start ging, toonden gereedschapmakers, leveranciers van frezen en machinebouwers interesse in het onderzoek naar microfreesen. Marcel Achtsnick bezocht hen samen met de promovendus Peiyuan Li om hun verwachtingen en mogelijke inbreng te peilen. Sindsdien is er een begeleidingscommissie gevormd die enkele keren per jaar de voortgang van het project bespreekt. “We voeren open discussies, waarbij ervaringen worden uitgewisseld en eventuele problemen opgelost. Met de praktijkinformatie afkomstig van de bedrijven kunnen we de onderzoeksresultaten breder toepasbaar maken”, vertelt hij. In ruil daarvoor zijn de bedrijven nauw betrokken bij de laatste ontwikkelingen en kunnen ze invloed uitoefenen op het onderzoek. Overigens zijn actieve nieuwe leden welkom alsnog toe te treden tot de begeleidingscommissie. Eén van de huidige leden is Fico, dochterbedrijf van BE Semiconductor Industries. Dit bedrijf ontwikkelt technologisch geavanceerde onderdelen en geïntegreerde systemen voor de halfgeleiderindustrie.

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Bradford Engineering

Fico

Gereedschapswerktuigenindustrie Hembrug

IBS Precision Engineering

Jos van den Biggelaar

Océ Technologies

Sub Micron Tooling

TNO Industrie en Techniek

VOOR MEER INFORMATIE OVER MICROFREZEN

Technische Universiteit Delft, Faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek en Technische Materiaalwetenschappen (3ME)

Dr. Marcel Achtsnick, universitair docent Precision and Microsystems Engineering

Telefoon 015 278 13 18

E-mail m.achtsnick@wbmt.tudelft.nl

Website www.3me.tudelft.nl

PROJECTGROEP MICROFREZEN

Marcel Achtsnick

Peiyuan Li

Han Oosterling (TNO)

De gereedschapafdeling van Fico levert de matrijzen voor de behuizing van IC's. Bewerkingstechnoloog Peter Venema legt uit: "We zijn altijd op zoek naar alternatieve manieren om matrijzen te maken of om onze werkwijze te optimaliseren. We hopen dat dit IOP-project een nieuwe manier biedt om gehard staal nauwkeurig te bewerken." Hij hoopt dat de samenwerking met de onderzoekers en de projectpartners leidt tot een betrouwbaar proces met een kortere bewerkingstijd, lagere kosten, langere standtijd van het gereedschap en de vereiste nauwkeurigheid.



Twee frezen, links met een diameter van 6 millimeter, rechts een microfrees (0,5 mm)

Hoewel met een iets andere invalshoek is ook Edwin Fierkens, algemeen directeur van Sub Micron Tooling, hiernaar op zoek. Dit bedrijf is gespecialiseerd in het maken van diamantgereedschappen voor verspanende bewerkingen op submicronniveau. "Onze belangrijkste afnemers zijn leveranciers van lenzen, zoals bijvoorbeeld contactlenzen of lenzen die gebruikt worden in CD- en DVD-spelers. Anderen produceren spiegels voor gebruik in laserscanners of de ruimtevaart. Momenteel doen zij dat door draaien en slijpen. Microfrezen is nieuw en we zouden geïnteresseerd zijn in het leveren van de daarvoor benodigde frezen." Er is nog een andere reden dat Sub Micron Tooling lid is van de begeleidingscommissie: om meer te weten te komen over onvoorspelbaar slijtagegedrag van diamant. "Onze kennis en ervaring hiermee in allerlei toepassingsgebieden kan hopelijk een bijdrage leveren aan het project. Ook hopen we bijvoorbeeld enkele prototypes van microfrezen te kunnen leveren voor de experimenten."

Informatie over het IOP Precisietechnologie:

Contact Dr. Casper Langerak, programmacoördinator
Telefoon 070 373 53 12
Fax 070 373 56 30
E-mail c.langerak@senternovem.nl
Website www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie

Het innovatiegerichte onderzoeksprogramma (IOP) op het gebied van precisietechnologie stimuleert wetenschappelijk onderzoek bij universiteiten dat inspeelt op de langetermijnbehoeften van het bedrijfsleven. Op deze manier wil de Nederlandse overheid de onderzoekswereld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven en de contacten tussen beide verbeteren en intensiveren. Het IOP Precisietechnologie kent drie thema's: (1) systeemgericht ontwerpen, (2) meet- en fabricagetechnieken en (3) microsysteemtechnologie.

SenterNovem Den Haag
Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag
Telefoon 070 373 52 77
Fax 070 373 51 00
www.senternovem.nl
info@senternovem.nl

April 2006
1IOP0604

In opdracht van



Ministerie van Economische Zaken

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld, kan SenterNovem geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten. Bij publicaties van SenterNovem die informeren over subsidieregeling en geldt dat de beoordeling van subsidieaanvragen uitsluitend plaatsvindt aan de hand van de officiële publicatie van het besluit in de Staatscourant.