

Microsysteemtechnologie: Stand van zaken en infrastructuur

Job Elders

De microsysteemtechnologie (MST) wordt inmiddels als een belangrijke (toekomstige) productie technologie erkend. Er kan een grote toegevoegde waarde worden gegenereerd door het toepassen van batch-processen met sub-micron toleranties. Een veelvoud aan producten is "bedacht" die met behulp van microsysteemtechnologie goed te maken zijn.

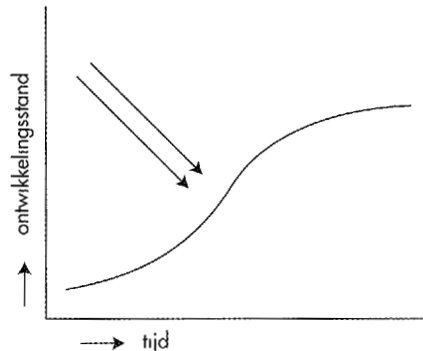
Prof. J. Fluitman schetst in het jaarboek 1996 van de NVPT de ontwikkeling van de microsysteemtechnologie. Uit deze ontwikkeling blijkt dat de technologie volwassen wordt, hetgeen betekent dat de industriële wensen en drijfveren belangrijker worden.

In dit artikel zal de stand van zaken van de produktietechnologieën en de Europese infrastructuur worden geschetst.

De diversiteit van de MST lijkt alleen maar groter te worden. In een dergelijke situatie is het zinvol de naamgeving te ordenen, hetgeen inhoudt dat de diverse MS-technologieën goed worden gedefinieerd. Zodoende is het volgende overzicht ontstaan.

Silicium-micromachining

Deze technologie komt voort uit de IC-technologie, maar is geëvolueerd in een niet-IC-compatibele technologie. De IC-productiefaciliteiten stellen randvoorwaarden aan de processen welke daar plaatsvinden, omdat sommige materialen de functionaliteit van de IC ternietdoen. Kaliumionen bijvoorbeeld (denk aan de anisotrope KOH-natetsmethode) diffunderen de schakelingen in, waardoor deze niet meer functioneren. Er wordt derhalve een onderscheid gemaakt tussen processen die in een IC-faciliteit kunnen worden gebruikt en processen die in een MST-faciliteit worden gebruikt. De praktijk leert dat er vele microstructuren, microsensoren



Figuur 1 De twee pijlen geven schematisch de status in de ontwikkeling van bulk en surface micromachining aan. Uit de positie van de pijlen blijkt dat bulk micromachining (de bovenste pijl) eerder is ontstaan dan surface micromachining.

en systemen zijn die uitsluitend in een MST-faciliteit kunnen worden gefabriceerd.

Bij silicium-micromachining kan een onderscheid gemaakt worden tussen bulk micromachining en surface micromachining.

Bulk micromachining

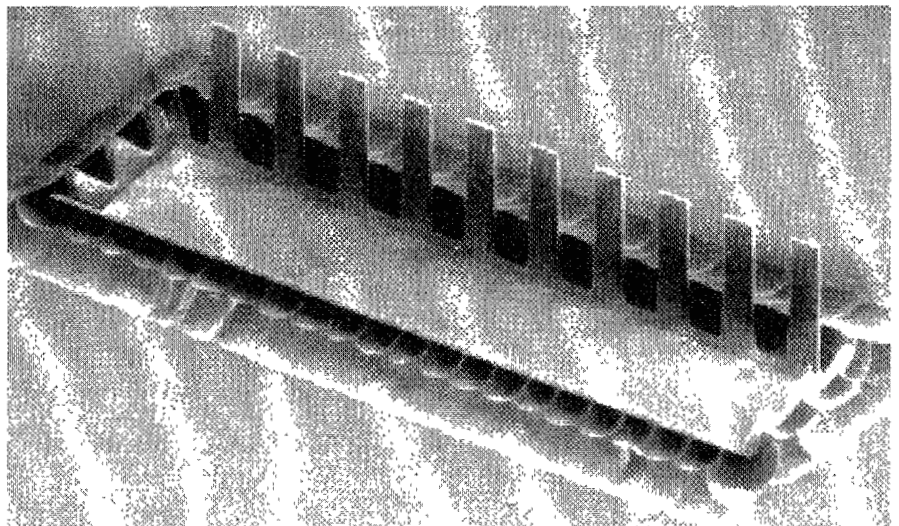
Bulk micromachining betekent dat men een siliciumplak – zoals deze ook in de

integrated circuit (IC) industrie verwerkt wordt – gebruikt om structuren te maken door het selectief aanbrengen en verwijderen van lagen, en met behulp van het structureren van de siliciumplak zelf. Bijvoorbeeld in een KOH-oplossing (kaliumhydroxide) waarbij de ets-snelheid afhangt van de kristalorientatie van het silicium kristalrooster. Bulk micromachining is begin van de jaren tachtig verder ontwikkeld tot een veel gebruikte technologie om bijvoorbeeld druksensoren te maken.

Surface micromachining

Surface micromachining betekent dat de lagen die op de plak worden gedeponeerd, selectief worden bewerkt om in deze lagen structuren aan te brengen. De laag waar de structuur in wordt gemaakt, kan op een laag gedeponeerd worden die achteraf selectief wordt weggeëtst, waardoor vrijliggende structuren gefabriceerd kunnen worden. Surface micromachining ontstond in de tweede helft van de jaren tachtig. Hoewel jonger in jaren is deze technologie soms eenvoudiger te integreren met een IC-compatibel proces.

De status van deze twee technologieën wordt aangegeven in figuur 1. De afge-



Figuur 2 Een voorbeeld van bulk micromachining – een uit silicium vervaardigde microrups (Hier ligt de rups nog op zijn rug)

Microsysteemtechnologie: Stand van zaken en infrastructuur

beelde curve geeft aan dat het jonge technologieën betreft. Dit betekent dat er weinig of geen standaardprocessen zijn, er geen generieke testfaciliteiten zijn, dat functionele tests van de structuur niet gestandaardiseerd zijn, en geen grote diversiteit aan produktiefaciliteiten aanwezig is.

Andere produktiemogelijkheden

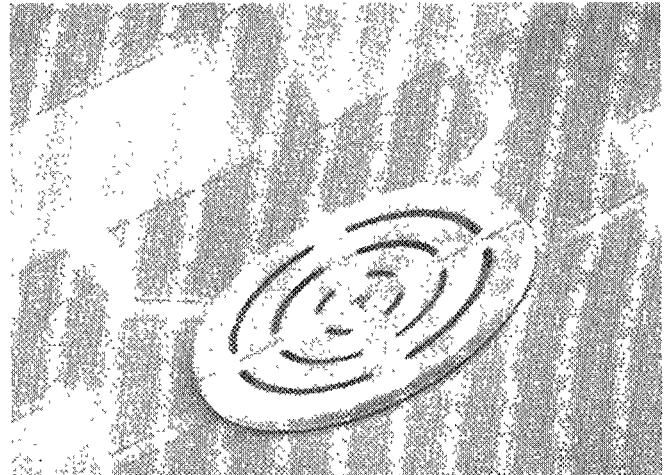
Er zijn echter nog vele andere mogelijkheden om microstructuren te maken, zoals: met laser, ionenstraal etsen, microspuitgieten, micro-elektroformer, microstempelen.

De technieken die voortkomen vanuit de precisietechnologie zijn vanzelfsprekend van wezenlijk belang, immers, afhankelijk van het aantal producten moet precisietechnologie worden overwogen. In dit artikel concentreren wij ons op de andere technologieën, hetgeen niet betekent dat bijvoorbeeld vonkverspanen niet kan worden toegepast.

Al deze technologieën geven de diversiteit aan van de mogelijkheden om tot productieprocessen te komen. Interessante combinaties tussen aan MST gerelateerde technologieën en bijvoorbeeld microspuitgieten worden nu ook ontwikkeld: Micro*Montage (Soest), MESA Research Instituut (Twente) en MicroParts (Dortmund) ontwikkelen een snelle en economische technologie om tot microstructuren van kunststof te komen. Matrizen worden met behulp van uit de MST voortkomende droog- etstechnieken vervaardigd in silicium, waarna in de siliciumstructuur kan worden geelektroformeerd. Dit resulteert in een metalen matrix die op haar beurt kan worden gebruikt voor bijvoorbeeld microspuitgieten. De technologie wordt DEEMO genoemd (Dry Etching, Electroplating and Moulding) en combineert de toleranties van IC-gerelateerde processen (namelijk droog etsen) met economische massafabricagetechnieken zoals spuitgieten.

Al deze ontwikkelingen geven aan dat het gehele gebied van de MST nog sterk in beweging is, en dat technologieën daarvoor nog verder ontwikkeld worden. Dit betekent tevens dat er weinig of geen standaardprocessen zijn, en geen grote diversiteit aan produktiefaciliteiten aanwezig is.

Figuur 3 Een voorbeeld van surface micro-machining. Een wobble-motor, de as heeft een diameter van ongeveer 8 μm .



De markt erkent echter steeds meer de kansen en mogelijkheden, zodat er steeds meer producten op de markt komen, zoals druksensoren, pH-sensoren, stromingssensoren, air-bag sensoren en micropompen; ook worden vele structuren, actuatoren en microsysteemen ontwikkeld.

Het potentieel aan toepassingsmogelijkheden van de MST is heel veel groter, echter, het introduceren van nieuwe produktietechnologieën, ontwerpstechnieken, materialen, houdt een zekere mate van risico's in. Een deel van deze risico's is evenwel het gevolg van de nog "jonge" productie-infrastructuur: er moeten alternatieve produktiemogelijkheden zijn, technologieën moeten gestandaardiseerd worden, en als functie van het aantal producten moet duidelijk zijn waar de productie kan plaatsvinden.

Productie-infrastructuur en Manufacturing clusters

Er is een aantal uitdagingen om tot een volwaardige produktietechnologie te komen. Ten eerste moet de relatie en communicatie tussen de gebruiker en de producent worden verbeterd. Dit wil zeggen dat de reële marktbehoefte beter in kaart moet worden gebracht waardoor de mogelijkheden van de technologie beter kunnen worden uitgedragen. Bovendien moet het traject vanaf de produktontwikkeling, via prototyping, tot productie worden verkort door het geheel aan te kunnen bieden of door gebruik te maken van clusters. Tot op heden is het zo dat vele organisaties ontwikkelingen aanbieden, terwijl in de

produktiefaciliteiten niet is voorzien. Het blijkt dan ook niet mogelijk voor een complexe technologie zoals de MST, het gehele traject aan te bieden: clustering is hier noodzakelijk. Bovendien moet worden onderzocht of door enige mate van standaardisatie de produktiekosten kunnen worden gereduceerd. Het is ook noodzakelijk dat niet alleen de innovatieve siliciumcomponent wordt aangeboden, maar de gehele functionaliteit, inclusief de behuizing en assemblage.

EG-clusters

De EG heeft bovenstaande drempels voor innovaties onderkend en heeft een ambitieus programma opgestart om MST toegankelijk te maken voor het bedrijfsleven. Binnen ESPRIT is het initiatief genomen toet het opzetten van een aantal manufacturing clusters. In deze clusters kan snel het pad van prototype tot productie worden bewandeld en kan de hele functionaliteit worden aangeboden.

Het totale EG-programma behelst: MST-manufacturingclusters en MST-testen, software support, training, IC-fabricage, Multi Chip Modules (MCM)-fabricage en demonstratie-activiteiten.

Er zijn vier manufacturing clusters, een in Duitsland geleid door Bosch, een in Engeland geleid door GEC (General Electric Company), een in Frankrijk geleid door SAGEM en er is een Nederlands - Zwitsers cluster bestaande uit Twente MicroProducts (Enschede), Hollandse Signaal Apparaten (Hengelo) en CSEM (Neuchâtel).

Het Nederlands-Zwitserse cluster

Het cluster van Twente MicroProducts, HSA en CSEM toont goed aan hoe de verticale integratie kan worden verzorgd: dit cluster kan met betrekking tot silicium-micromachining van 1 stuks tot 2 miljoen stuks produceren.

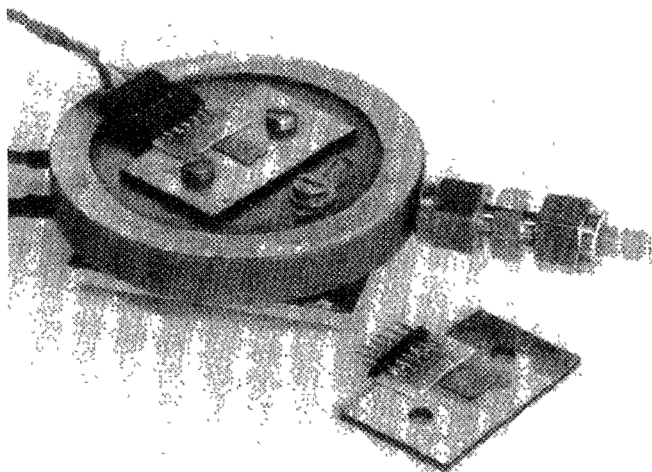
Twente MicroProducts richt zich op bulk en surface silicium-micromachining; ontwerp en prototyping van klant-specifieke sensoren zoals stromings-sensoren, druksensoren, microstructuren zoals micropompen, en passieve microstructuren; productie tot ongeveer 100.000 stuks (de aantallen zijn indicatief en worden door de grootte van de structuur beïnvloed);

CSEM richt zich onder andere op productie van ongeveer honderdduizend tot een miljoen stuks, silicium-micromachining, galvanische processen, ASIC-ontwerp, microsysteemassemblage en testen met specifieke vaardigheden op het gebied van capacitieve sensoren, magnetische sensoren en elektrochemische sensoren;

Hollandse Signaal Apparaten biedt aanvullende technologieën zoals laserboren, lasertrimmen, assemblage, (hermetische) behuizing en dunnefilm-opdamptechnieken;

Een klein en efficiënt opererend cluster kan reeds zeer veel mobiliseren, kan

Figuur 4 Op deze foto is een druksensor te zien, reeds afgemonteerd op een drukhouder



een grote variëteit in productievolumina aan en kan een groot aantal technologieën inzetten. Een deel van de taakstelling van dit cluster richt zich bijvoorbeeld op onderlinge standaardisatie. Bovendien kan met externe partners zoals Micro*Montage (Soest) en MicroParts (Dortmund) een nog grotere diversiteit en variëteit aan productietechnologieën en assemblagemogelijkheden worden aangeboden voor silicium, metalen en microstructuren van kunststof. Dit is ook het geval met eerder genoemd innovaties zoals DEEMO die dan sneller kunnen worden ingezet

om competitieve producten te genereren. Ook de EG clusters kunnen worden benaderd voor informatie over de mogelijkheden van de MST-producten en -productie.

Twente MicroProducts en de andere clusterparticipanten zijn gaarne bereid de industrie te informeren over de mogelijkheden en onmogelijkheden – dit is ook van belang – van de microsysteemtechnologie.

Auteursnoot

Job Elders is directeur van Twente MicroProducts, Postbus 217, 7500 AE Enschede, telefoon 053-489 4264

SATIS
FACTORY

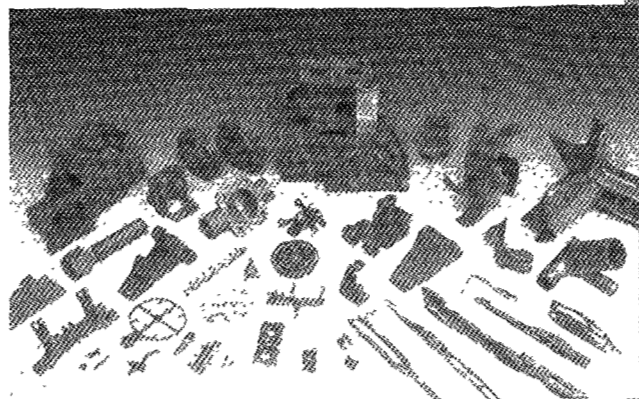
TEVREDEN KLANTEN - RATIONELE PRODUCTIE

Precimetal, toeleverancier gespecialiseerd in verloren was gietwerk, vervaardigt stukken van 1 g tot 30 kg, in praktisch alle staal- en roestvaste staalsoorten, alsmede in de voornaamste koper-, nikkel- en kobaltlegeringen

Precimetal heeft zich de modernste produktiemiddelen verschafte voor een «Just in Time» productie in getrokken doorstroming. Tevredenheid van de klanten is ons hoofddoel. Hiervoor garandeert Precimetal

- Kwaliteit en betrouwbaarheid
- Korte en betrouwbare levertijden
- Flexibiliteit en reaktiviteit
- Ontwerp, ontwikkeling en metallurgisch advies
- Bewerkte stukken, klaar voor gebruik
- Kwaliteitssysteem volgens de norm ISO 9002

PRECIMETAL
PRECISIEGIETWERK



Parc Industriel
B-7180 Senefte - België
Tel +32 - 64 540500 Fax +32 - 64 540507