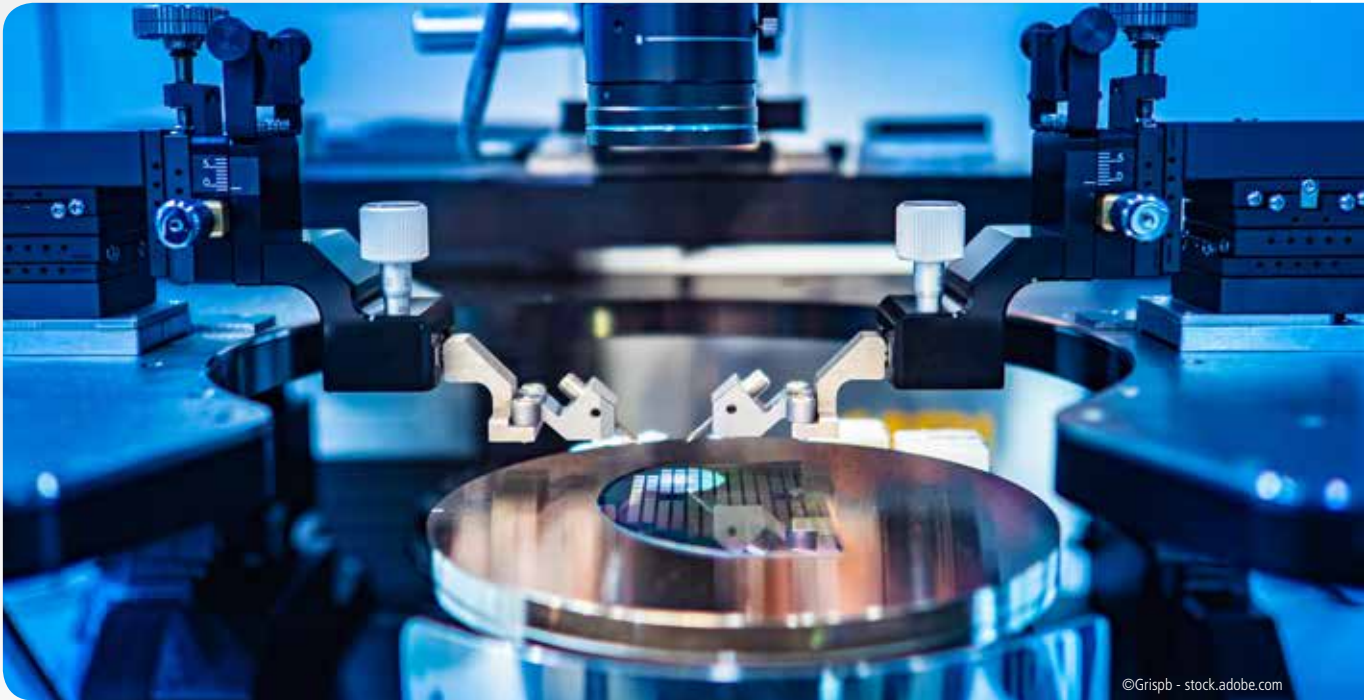


VAKBERICHT



OPLOSSINGEN VOOR TEMPERATUURREGELING IN DE HALFGELEIDERINDUSTRIE

Iedere smartphone heeft tegenwoordig miljoenen maal meer rekenkracht, dan de NASA bij de Apollo-missies ter beschikking stond. Dit hebben we te danken aan de halfgeleiderindustrie, die steeds meer vermogen op steeds kleinere ruimte onderbrengt en daarbij de grenzen van wat technisch en fysiek haalbaar is steeds verlegt. Er worden zeer nauwkeurige methoden toegepast met behulp waarvan complexe circuits worden gebouwd die alleen bij sterke vergroting nog herkenbaar zijn. In de halfgeleiderindustrie is er in de ware zin van het woord weinig ruimte voor fouten. Talrijke processtappen zijn daarbij gekoppeld aan een absoluut nauwkeurige temperatuurregeling.

DE WAFEL – DE RUGGENGRAAT VAN DE MODERNE WERELD

In het dagelijks leven van vandaag is er vrijwel niets meer dat nog zonder geavanceerde besturingselektronica kan. Op halfgeleiders gebaseerde onderdelen vormen de basis van deze moderne wereld. Deze worden op dunne schijven opgebouwd, die wafels genoemd worden en van mono- of polykristallijne halfgeleidergietelingen (ingots) worden gemaakt. Voor de productie van microschakelingen gebruiken technologiebedrijven meestal silicium wafels met een diameter van 300 mm en een dikte van 0,9 mm als basisplaat, die onder andere worden gebruikt in processoren, flash- en RAM-geheugens. Hierop worden parallel bijvoorbeeld enkele honderden processoren geproduceerd, die pas aan het einde van de productie van elkaar gescheiden worden. In moderne processoren passen ongeveer een miljard transistoren op het oppervlak van een vingernagel. Klassieke bedradingen soldeertechnieken zijn daardoor bij de productie al lang meer aan de orde. In plaats daarvan worden uiterst precieze microchemische processen gebruikt om de circuits in flinterdunne afzonderlijke lagen op te bouwen.

PROCESMETHODEN IN DE HALFGELEIDERINDUSTRIE BIJVOORBEELD BIJ MICROCHIPS

In sterk vereenvoudigde termen worden er veel identieke geïntegreerde schakelingen met behulp van verschillende coating-, belichtings-, diffusie-, doterings-, en etsprocessen op een wafel aangebracht. Geleidende lagen worden opgebracht en gemaskeerd met een lichtgevoelige laklaag. Door inwerking van licht ondergaat de lak een chemische verandering. Zo kunnen de belichte gedeeltes door een nat-chemisch etsproces speciaal worden verwijderd. Het resterende fotolakmasker wordt vervolgens door middel van bijvoorbeeld middels een droog etsproces op de onderliggende lagen overgedragen. De sleuven die daarbij in het materiaal ontstaan worden vervolgens gevuld met niet-geleidende materialen (meestal oxiden). Oxide-supernatanten moeten dan nauwkeurig worden verwijderd zodat de contactoppervlakken weer vrij liggen voor verdere verwerking. Aansluitend volgt de volgende laag. Zoals gezegd: sterk vereenvoudigt weergegeven.

Want in werkelijkheid worden bijvoorbeeld nog oneindig veel tussenlagen opgebracht, die alleen bij een aantal processen dienen als een soort bescherm laag voor de bescherming van de eronder liggende lagen. Als zij aan hun taak hebben verricht, moeten hun residuen weer worden verwijderd. De onderste laag van de microchip bestaat ook uit flinterdunne stroken halfgeleidermateriaal, die door gerichte verontreiniging (dotering) verschillende geleidingskwaliteiten krijgen (P- en N-materiaal), zodat de stroom door aansluiting op een voedingsspanning kan worden geregeld.

In dit proces ontstaan in ongeveer drie maanden en ca. 1.500 arbeidsstappen (inclusief inspectie op defecten en testprocedures) op een wafel met een diameter van 300 mm meer dan 10 km aan geleidingsbanen, die vaak slechts enkele atoomlagen hoog en breed zijn.

De nauwkeurigheid de oppervlakbehandelingen ligt in een bereik van minder dan een nanometer, wat overeen komt met slechts enkele atoomlagen. Dit kan alleen door absoluut nauwkeurige en 100% reproduceerbare processen worden bereikt, waarbij alle factoren nauwkeurig worden geregeld. Bij ongeveer een kwart van de elementaire processen gaat het daarbij om nat-chemische processtappen.

TEMPERATUURREGELING VAN NAT-CHEMISCHE ETSBADEN IN DE HALFGELEIDERINDUSTRIE

Bij het nat etsen wordt vast materiaal door een chemische oplossing vloeibaar gemaakt. De gebruikte oplossingen worden op het te verwijderen laagmateriaal afgestemd, zodat deze zeer selectief zijn.

Om een precisie in het nanometerbereik te kunnen bereiken, moet de etssnelheid (de materiaalverwijdering per keer) tot in het kleinste detail bekend zijn en zo lang mogelijk constant blijven. Bovendien moeten de reactieproducten onmiddellijk vrijgemaakt worden, om de etsoplossing niet te verontreinigen. Door de in de etsoplossing opgeloste reactiepartners neemt echter ook hun concentratie af met een toenemend aantal bewerkte wafels, waardoor ze regelmatig moeten worden vernieuwd. Naast de concentratie heeft vooral de temperatuur van het etsbad een directe invloed op de etssnelheid, omdat chemische oplossingen meestal reactiever worden bij toenemende temperatuur. Bovendien beïnvloedt de temperatuur de snelheid waarmee de reactieproducten oplossen.

De temperatuur van de etsbaden speelt daarom een centrale rol in de halfgeleiderindustrie. Minimale temperatuurafwijkingen van het etsbad kunnen al catastrofale gevolgen hebben en een hele batch aan wafels onbruikbaar maken. Bij de nat-chemische verwerking worden daarom alleen zeer nauwkeurige en storingsvrije temperatuurregelingsystemen gebruikt. Zij moeten in staat zijn om de temperatuur met absolute nauwkeurigheid binnen het doelbereik te houden en snel te reageren op temperatuurafwijkingen. Bovendien moeten zij bij het vervangen van de etsoplossing snel de juiste temperatuur van het etsbad weer herstellen om een constante productiestroom te garanderen.

CONCLUSIE

De productie van geleidingsbanen waarbij vergeleken een menselijk haar wel een schoorsteenpijp lijkt vereist absolute precisie in het nanometerbereik. Talrijke processen in de halfgeleiderproductie moeten hiervoor nauwkeurig worden getempereerd. In een schier oneindig aantal afzonderlijke stappen worden flinterdunne lagen aangebracht, gedeeltelijk geblokkeerd en worden de niet-geblokkeerde delen met absolute precisie weer verwijderd. Om de etssnelheid in nat-chemische processen constant en berekenbaar te houden, moeten de etsbaden binnen een optimaal temperatuurbereik worden gehouden. Dit vereist de toepassing van absoluut nauwkeurige en betrouwbare temperatuurbeheersingsoplossingen, die perfect op het betreffende toepassingsgebied zijn afgestemd.

Een perfect uitgebalanceerd temperatuurregelsysteem verbetert niet alleen de productieresultaten, maar verhoogt ook de betrouwbaarheid van het proces en vermindert bovendien tijd en kosten van productie en onderhoud. Ons ervaren en op elkaar ingespeeld team van specialisten op het gebied van temperatuurbeheersing bij processen in de halfgeleiderindustrie beantwoordt uw vragen graag. Vanzelfsprekend passen wij onze temperatuurregelingsoplossingen indien nodig aan uw individuele behoeften aan.