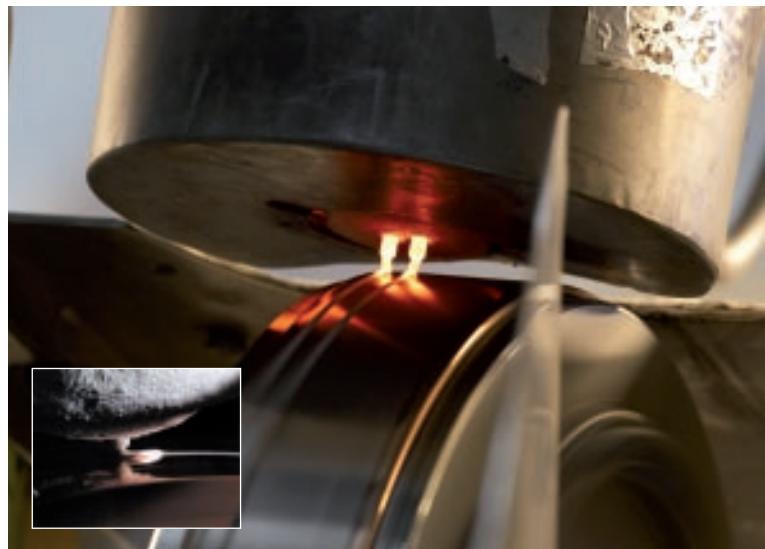


Rapid solidification

De ontwikkeling van de fijnmechanische techniek en de precisietechnologie stelt steeds hogere eisen aan materialen. Met name bij aluminiumlegeringen, populair vanwege hun gunstige gewicht/sterkte-verhouding, worden in een aantal gevallen de grenzen van de mogelijkheden bereikt. De gewenste eigenschappen op het gebied van sterkte, stijfheid, thermische uitzetting en oppervlaktegladheid (voor optische spiegels) kunnen steeds vaker niet meer worden bereikt met conventionele aluminiumlegeringen. Door toepassing van de zogeheten meltspinning-technologie heeft RSP Technology in Delfzijl een serie nieuwe aluminiumlegeringen ontwikkeld, die de grenzen van de mogelijkheden voor een aantal toepassingen verleggen.

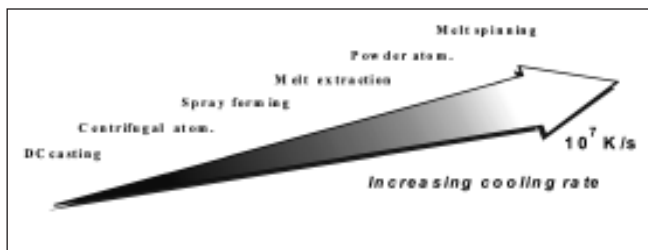
• Ebe Elzinga •

DDe kern van het RSP-proces (Rapid Solidification Process) is de snelle afkoeling van de vloeibare legering, waardoor een ultrafijne microstructuur ontstaat. Tijdens dit proces wordt vloeibaar aluminium met een temperatuur van circa 900 °C op een sneldraaiend koperen wiel gegoten; zie Afbeelding 1. Het metaal stolt in een flits, doordat het met water gekoelde wiel de warmte met een snelheid van omgerekend meer dan enkele miljoenen graden per seconde afvoert. Afbeelding 2 toont de rangorde in afkoelsnelheid van de verschillende stollingstechnieken. Het dunne straaltje aluminium dat uit de oven op het wiel loopt, verandert daardoor in een lint van enkele micrometers dikte. Dit lint wordt direct na het stollen geknipt tot kleine deeltjes en daarna gecompacteerd, ontgast en via het HIP-proces (hot isostatic pressing) verwerkt tot een solide extrusiebillet. Deze kan verder verwerkt worden via extrusie of smeden, zodat een brede range van formaten kan worden geproduceerd.



Afbeelding 1. Impressie van het RSP-proces. De inzet toont een close-up.

verlegt grenzen



Afbeelding 2. Rangorde in afkoelsnelheid van de verschillende stollingstechnieken.

Historie

De technologie van snelle stolling is rond 1870 voor het eerst beschreven. Tot in de jaren '70 van de vorige eeuw werd er weinig aandacht aan besteed. Met de energiecrisis en de rapporten van de Club van Rome kwam deze productiemethode weer in de belangstelling te staan. Vanaf 1977 heeft de TU Delft gewerkt aan een praktische toepassing van de technologie. Als spin-off van dit wetenschappelijke werk is in 1993 RSP Technology opgericht door investeringsmaatschappij Rijnvelden, waardoor de eerste volwaardige productielijn kon worden opgezet. Vanaf 1998 is door participatie van Corus, de noordelijke ontwikkelingsmaatschappij NOM en de Friesland Bank in Delfzijl de eerste fabriek voor reguliere productie van RSP-materiaal gerealiseerd. Op jaarbasis kan er meer dan 200 ton materiaal worden geproduceerd. Op dit moment produceert RSP Technology legeringen voor diverse industriebranches en ontwikkelt het legeringen samen met diverse bedrijven.

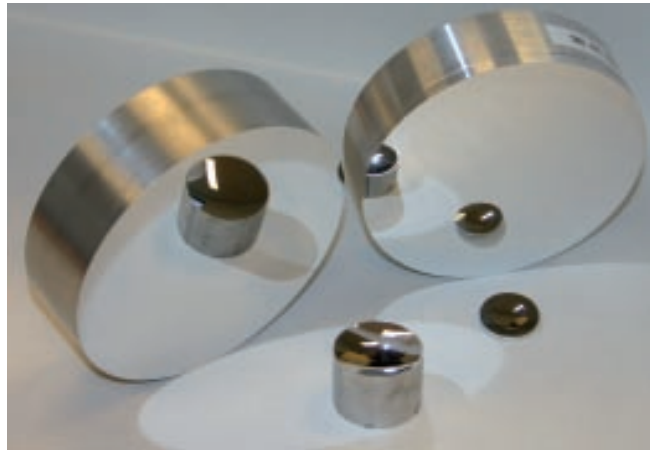
Eigenschappen en nieuwe mogelijkheden

Als gevolg van de extreem snelle afkoeling door middel van het RSP-proces is het mogelijk om eigenschappen in aluminiumlegeringen te creëren die bij conventionele stolling niet mogelijk zijn. Als voorbeeld kan worden genoemd RSA-443: een legering met 40% Si, met de thermische uitzetting van staal voor toepassing in een optische behuizing. Andere eigenschappen zijn:

- hoge sterkte bij kamertemperatuur (tot 850 MPa);
- hoge sterkte bij hogere temperaturen (racezuigers);
- thermisch stabiele legeringen (optische behuizingen, heat sinks, gimbal systems);
- hoge sterkte gecombineerd met superfijne kristalstructuur (optische spiegels, optische matrijzen);

- hoge sterkte gecombineerd met hoge stijfheid (alle toepassingen waar mechanische en thermische belastingen en lage vervorming een rol spelen).

Een belangrijke toepassing ligt in optische systemen: optische behuizingen voor bijvoorbeeld lasertoepassingen, spiegels en optische matrijzen; zie Afbeelding 3.

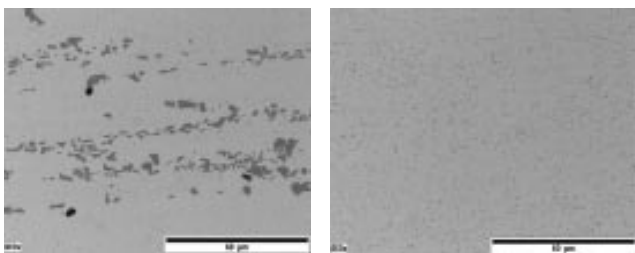


Afbeelding 3. Voorbeelden van optische toepassingen.

Toepassing in spiegels

De materiaalkeuze voor spiegels beïnvloedt in hoge mate de performance. In veel gevallen wordt, met name in aerospace-toepassingen, de legering Al 6061 gebruikt. Deze kan met behulp van diamant worden afgedraaid tot oppervlakteruwheden van ongeveer 6 nm of meer. Deze waarde is meestal net voldoende voor het infraroodspectrum. Wat betreft het zichtbare spectrum is dit nog te ruw. Een methode om de ruwheid te verbeteren is de toepassing van diverse coatingtechnieken. Nikkelcoating gevolgd door bewerking met diamant kan verbetering geven tot circa 1 à 2 nm. Nadeel van dergelijke coatingsystemen is de lange doorlooptijd en de verhoogde gevoeligheid voor bi-metallicke vervorming bij grote temperatuurverschillen.

In samenwerking met TNO heeft RSP een alternatieve 'Meltspin-6061' ontwikkeld: RSA-6061. Gebleken is dat bij dit materiaal na diamantdraaien een ruwheidswaarde van slechts 2 nm of nog lager kan worden bereikt, zonder dat additionele coating nodig is. Daar waar spiegels additionele mechanische en/of fysische eigenschappen dienen te



Afbeelding 4. De microstructuur van conventioneel 6061 (links) en RSA-6061 (rechts).

hebben zoals in de ruimtevaart, kunnen andere RSP-legeringen worden ingezet met bijvoorbeeld lage thermische uitzetting of hoge sterkte.

Microstructuur van RSA 6061

De microstructuur van conventioneel AA 6061 materiaal is bekend. De structuur bevat altijd ijzgerelateerde uitscheidingen gecombineerd met Mn, Cr en Si en daarnaast Mg-Si partikels. De wijze waarop deze deeltjes zijn verdeeld, bepaalt in sterke mate de oppervlakteruwheid van het materiaal na diamantdraaien. Naarmate deze deeltjes kleiner zijn en meer homogeen verspreid, zal de oppervlakteruwheid beter zijn. De afmetingen van de grootste deeltjes in de microstructuur van conventioneel 6061 liggen in de range van 10-20 μm . Bij RSA-6061 is deze waarde circa 1 μm ; zie Afbeelding 4.

Toepassing in optische matrijzen

Optische matrijzen voor bijvoorbeeld contactlenzen of reflectoren worden doorgaans gemaakt van Cu-legeringen (messing, Cu-Ni, Cu-Be). Deze legeringen hebben de eigenschap dat na diamantdraaien een fijn oppervlak wordt bereikt (van circa 2 nm) in combinatie met een medium temperatuursterkte. Deze Cu-legeringen hebben echter het nadeel dat ze corrosiegevoelig zijn voor aanraking met de kunststoffen. Hierdoor wordt de standtijd van een matrijs ernstig beperkt tot circa 10.000 shots. Toepassing van een Ni-coating kan de standtijd verlengen tot circa 70.000 shots. De eerder genoemde nadelen zijn ook hier weer van toepassing: bewerkelijke logistiek, lange doorlooptijd en bi-metallische vervormingen in de toepassing. Conventioneel aluminium biedt geen oplossing, enerzijds vanwege de slechte oppervlakte-finish na diamantdraaien, anderzijds vanwege te lage temperatuursterkte.

RSA-905 is een flitsgiet-aluminium met een hoog Ni-gehalte. Deze legering biedt alleen maar voordelen: de oppervlakteruwheid is goed, er is geen sprake van corrosiegevoeligheid en tevens biedt deze legering een hoge temperatuursterkte. Hiermee kan de levensduur van een matrijs worden verhoogd tot circa 150.000 shots, een verdubbeling. Niet geheel overbodig om te vermelden dat de coating achterwege kan blijven. De matrijsproductie verloopt dus sneller en goedkoper.

Toepassing in fijnmechanische applicaties / optische behuizingen

RSP heeft een lijn van legeringen ontwikkeld met verlaagde thermische uitzetting en verhoogde stijfheid. Het toepassingsgebied omvat in feite alle fijnmechanische applicaties waar enerzijds conventioneel aluminium te slap is of te veel uitzet, en anderzijds titanium of RVS voor hetzelfde doel te zwaar is. Optische behuizingen zijn hiervan een voorbeeld. De thermische uitzetting van glas bedraagt circa $7 \text{ à } 8 \cdot 10^{-6}/\text{K}$. Als deze in een behuizing van conventioneel aluminium, met een uitzetting van circa $24 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, wordt bevestigd, levert dit problemen op als gevolg van temperatuurschommelingen. Doorgaans biedt het toepassen van titanium met een uitzetting van circa $8 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ een oplossing. Echter, het nadeel van titanium is het hoge gewicht en de lage thermische geleiding. De RSP-legeringen bieden een goed alternatief, met uitzetting tussen $18 \text{ en } 12 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ en tevens de voordelen van conventioneel aluminium: licht en hoge thermische geleiding.

Een ander toepassingsgebied is electronic packaging, waarbij meestal RSA-443 wordt toegepast. Hier is naast laag gewicht ($< 2,55 \text{ g/cm}^3$) de thermische uitzettingscoëfficiënt van minder dan $13 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ belangrijk. Deze legering kan een alternatief zijn voor bijvoorbeeld kovar. Ondanks het extreem hoge percentage silicium is RSA-443 nog steeds extrudeerbaar en kan derhalve 'net-shape' worden geleverd.

Andere toepassingen

Voor toepassingen waar hoge sterkte in combinatie met slijtvastheid en gewicht belangrijk is, heeft RSP een aantal legeringen ontwikkeld die toegepast worden in snel bewegende onderdelen van (race)zuigers, hydraulica, stappenmotoren, verpakkingsmachines en positioneringsmodules.

Auteursnoot

Ebe Elzinga is marketing manager van RSP Technology in Delfzijl.

Informatie

www.rsp-technology.com