
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7908785**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Inrichting en werkwijze voor het gericht stollen van gesmolten metalen.**
- ⑤1 Int.Cl⁹: B22D27/20, C30B17/00.
- ⑦1 Aanvrager: United Technologies Corporation te Hartford, Connecticut, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. H.J.G. Lips c.s.
Haagsch Octrooibureau
Breitnerlaan 146
2596 HG 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 7908785.
- ②2 Ingediend 5 december 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 13 december 1978.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 969130 .
- ②3 --
- ⑥1 ---
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 17 juni 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Inrichting en werkwijze voor het gericht stollen van gesmolten metalen.

De uitvinding heeft betrekking op methodes en inrichtingen voor het gericht stollen van gesmolten metalen, meer in het bijzonder op de vervaardiging van een-kristallen met een geregelde kristallografische oriëntatie.

5 Het is bekend, dat grote verbetering bij de uitvoering van metalen constructies kunnen worden verkregen door eenrichtingsgiettechnieken, waarmee voorwerpen worden voortgebracht met stengelkristalstructuur of een-kristalstructuur. In dit verband kan bijv. worden verwezen naar het Amerikaanse
10 octrooischrift 3.260.505, alsmede het Amerikaanse octrooischrift 3.494.709. Het hoofddoel van deze bekende inrichtingen, methodes, en voorwerpen is geweest het verschaffen van structuren, die versterkte eigenschappen hebben langs de hoofdas van het voorwerp, dat wil zeggen
15 de hoofdas van het voorwerp is kenmerkend de stollingsaangroei-as of the as, waarlangs het stollingsfront zich verplaatst.

Wanneer metalen gericht worden gestold, stollen of groeien zij door hun aard veelal sneller in één kristallografische oriëntatie dan in andere. In nikkelbasis-
20 superlegeringen is bijv. gebleken, dat de (001)-oriëntatie predomineert. Als gevolg zullen een-kristalgiestukken, vervaardigd door middelen beschreven in het genoemde Amerikaanse octrooischrift 3.494.709 de (001)-oriëntatie
25 gelegen hebben langs de groei-as. Teneinde een andere kristallografische oriëntatie voort te brengen langs de hoofdas van stolling, moeten daarom gespecialiseerde technieken worden gebruikt. Verder is de oriëntatie van kristallen ten opzichte van het vlak loodrecht op de
30 stollingsas bij de meeste gericht gestolde voorwerpen willekeurig tenzij er stappen worden ondernomen om dit te kunnen regelen. De kristallografische oriëntatie, gemeten langs de hoofdas van een gietstuk, wordt de primaire oriëntatie genoemd, terwijl de polaire oriëntatie in het vlak
35 loodrecht op de hoofdas de secundaire oriëntatie wordt genoemd.

7908785

De eigenschappen van een metaal zoals een stengelkristal of een-kristalmateriaal worden beïnvloed door de kristallografische oriëntatie ervan. Zo zal bijv. de elasticiteitsmodulus belangrijk variëren in veel legeringen, en de werking van delen onder druk en spanning daardoor beïnvloeden. Bijgevolg is het bij meer verfijnde toepassingen van geavanceerde materialen van toenemend belang om zowel de primaire als de secundaire oriëntaties te regelen. De kristallografische oriëntaties van materialen kunnen worden bepaald door gebruikelijke non-destructieve laboratoriumtechnieken. Radiografische diffractie, bijv. door de methode van Laue is daarbij het meest bruikbaar. Verder kunnen veranderingen in kristallografische structuur gemakkelijk worden vastgesteld door gebruikelijk kristaletsen. Indien de oriëntatie op een locatie in een deel is bepaald, zal deze oriëntatie hetzelfde zijn in een ander gebied in afwezigheid van een tussen beiden komende korrelgrens, daargelaten kleine kristalvariaties buiten het kader van deze bespreking.

Een bruikbare techniek voor het regelen van de kristallografische structuur in gegoten voorwerpen, is het gebruik van een tevoren gemaakte metaalkiem, die de gewenste structuur bezit. Indien het voorwerp gieten kan geschieden door middel van epitaxiale aangroeiing vanuit de kiem, zal de kiemstructuur worden gereproduceerd.

Vanzelfsprekend is het aangroeien van voorwerpen vanuit kiemen bekend. In dit verband zij bijv. gewezen op de Bridgman-methode voor epitaxiale een-kristalvorming, beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 1.793.672 en andere publikaties, daterende van de jaren 1920. In het Amerikaanse octrooischrift 2.791.813 beschrijft Delano structuren met geregelde kristallografische oriëntaties, waarbij kiemkristallen worden gebruikt voor het verkrijgen van het gewenste resultaat. In het Amerikaanse octrooischrift 3.759.310 beschrijft Barrow e.a. een inrichting en een elektrische boogmethode voor het maken van een-kristalvoorwerpen met een verbruikbare elektrode, waarbij een kiemkristal aan de bodem van de vorm wordt gebruikt. Meer recent beschrijven Petrov e.a. in het Amerikaanse octrooischrift 3.857.436 een verbeterde methode en inrichting voor het vervaardigen van een-kristalvoorwerpen. Daarin worden

middelen en methoden beschreven voor het inzetten van kristallisatie aan een conisch gevormde bodemkamer, waar abrupte superkoelcondities worden gecreëerd. In genoemd Amerikaans octrooischrift worden verdere verfijningen
5 beschreven. Verder beschrijft Copley in het Amerikaanse octrooischrift 3.598.169 het gieten van betrekkelijk vlakke voorwerpen onder gebruikmaking van kiemlagen en de tot standkoming van radiaal naar buiten gaande stolling.

Uitgezonderd Barrow anticiperen al de genoemde tech-
10 nieken het verhitten van de vorm voorafgaand aan het invoeren van het gesmolten metaal. De praktijk in de bekende techniek is, dat de kiem in de vorm is gedurende het verhitten. Bijgevolg wordt deze samen met de vorm eveneens verhit tot een relatief hoge temperatuur, hoewel
15 in sommige situaties de locatie ervan een geringere verhitting zou aanwijzen. Wanneer het oververhitte gesmolten metaal wordt ingevoerd in de vorm en in staat gesteld om te stabiliseren, komt dit in contact met de verhitte kiem en doet deze gedeeltelijk smelten. Vanzelfsprekend
20 is het nodig dat ten minste een deel, evenwel slechts een deel, van de kiem smelt, en dit maakt een regeling noodzakelijk over de initiële en veranderende condities van het kiemmiddel, de vorm, het gesmolten metaal, en andere beïnvloedende factoren.

25 Een groot deel van de bekende techniek betreft laboratoriumtechnieken en is niet gericht op massaproductie. Momenteel bestaat er een trend naar grotere commerciële benutting van voorwerpen met een geregelde kristallografische
30 structuur, zoals stengelkristal en monokristalgasturbine-
luchtbladen. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van automatische giettechnieken voor het voortbrengen van voorwerpen in grote hoeveelheden op economische basis. Volgens één van deze technieken, beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.895.672, wordt een verhitte vorm vast-
35 geklemd op een koele gietplaat onmiddellijk voorafgaand aan het invoeren van gesmolten metaal in de vorm. Indien het kiemkristal wordt gebruikt, wordt dit bevestigd op de gietplaat en is dientengevolge corresponderend koel. De korte duur tussen het aanpassen van de hete vorm en de
40 koele gietplaat geeft weinig tijd voor de temperatuur van

7903735

de kiem om toe te nemen. Dezelfde moeilijkheid kan zich
voordoen bij sommige van de bekende apparaten en methodes.
Indien de kiem te koud is, zal er onvoldoende smelten
optreden, en zal er geen epitaxiale aangroeiing plaatsvinden.
5 Eén methode om dit te overwinnen is om het gesmolten metaal
in toenemende mate over te verhitten, maar dit heeft
nadelen, aangezien oververhitting veelal leidt tot toe-
genomen tijd en verhoogde kosten, ongewenste verdamping
van elementen, en toegenomen achteruitgang van de vorm.
10 Het is eveneens nadelig om de kiem separaat te verhitten
of de kiem bij de vorm te includeren, wanneer de vorm wordt
verhit volgens de methodes van de bekende techniek, zowel
vanwege mechanische en vervaardigingscomplicaties, alsook
om de kiem ongewenst kan worden geoxydeerd of op andere
15 wijze verontreinigd.

Een andere overweging bij de vervaardiging van voorwerpen
met geregelde primaire en secundaire kristallografische
oriëntatie is, dat na de vervaardiging de oriëntatie van de
kiem in de eerste plaats nauwkeurig moet worden bepaald
20 door geschikte inspectietechnieken, en in de tweede plaats
nauwkeurig geregeld met betrekking tot de assen van de te gieten
voorwerpen. Dienovereenkomstig kan de voorziening van
kiemen voor het gieten een aanzienlijke kostenvermeerdering
betekenen. Het is daarom gewenst, dat de kiemen kunnen
25 worden teruggewonnen van het gietproces, nadat het artikel
is gevormd, en indien mogelijk opnieuw worden gebruikt.
Wanneer de kiem evenwel sterk is gesmolten gedurende de
gietbewerking, of omringd door een grotere hoeveelheid
gestold metaal van afwijkende oriëntatie, is terugwinning
30 voor hergebruik moeilijk.

Een doel van de uitvinding is nu het verschaffen
van een verbeterde methode, inrichting, en vorm voor de
produktie van gietstukken met geregelde kristallografische
oriëntatie onder gebruikmaking van epitaxiale aangroeiing
35 vanuit kiemen, die een bekende oriëntatie bezitten. Een
verder doel van de uitvinding is het zorgen voor het
behoeden, terugwinnen en hergebruik van kiemen.

Volgens de uitvinding wordt gesmolten metaal inge-
voerd in een vorm voor gerichte stolling op een zodanige
40 wijze, dat er een gedeelte over de kiem vloeit teneinde een

7903785

deel daarvan te verhitten en te smelten, alsmede een ongewenste verontreinigingsfilm, die aanwezig kan zijn, te verwijderen. Wanneer gebruikt in samenhang met een gietplaat is de vorm zodanig geconfigureerd, dat er een startholte
5 wordt bepaald van voldoende volume om de kiem te bevatten en gesmolten metaal te ontvangen, dat over de kiem vloeit. De kiem kan uitsteken in de startholte teneinde het mogelijk te maken, dat gesmolten metaal daarover vloeit en het verhit. Een barrièrelaag, bijv. een keramische bekleding,
10 kan zijn aangebracht op gekozen delen van de kiem om de verwijdering ervan uit het gestolde metaalgietstuk voor hergebruik te vergemakkelijken. Bij één uitvoeringsvorm wordt er een thermische isolatie geplaatst op de gietplaat in delen aangrenzend aan de kiem, teneinde het stollen
15 van gesmolten metaal van niet geregelde oriëntatie binnen de startholte te vertragen, en te waarborgen, dat epitaxiaal gestold metaal, beginnende vanuit de kiem, in het voorwerp aanwezig zal zijn.

Bij één uitvoeringsvorm van de uitvinding bezit een
20 vorm een voorwerpssectie, in verbinding met de startsectie via de selectorsectie. De startsectie is in staat om de kiem de bevatten en een volume te leveren in staat om een deel van het gesmolten metaal op te nemen, dat om de kiem vloeit om deze te verhitten en te smelten. De selector-
25 sectie is gelegen in dichte nabijheid van het gebied in de startsectie, waar de kiem ontvankelijk is en heeft als functie alleen metaal, dat epitaxiaal is gestold vanuit de kiem door te laten in de voorwerpssectie. In een voorkeursuitvoering is de vorm in staat om gesmolten metaal
30 op te nemen via de voorwerpssectie, en de afvoer ervan uit de selectorsectie, waar doorheen het gaat, is zodanig geregeld, dat het metaal terecht komt op het oppervlak van de kiem, waardoor de kiem doelmatig wordt verhit en gesmolten.

35 De uitvinding is geschikt voor de produktie van gietvoorwerpen van elke legering, in elke gewenste geregelde structuur, die vanuit een kiem produceerbaar is. Een bijzonder bruikbare toepassing is de produktie van stengelkristal of een-kristalcomponenten van nikkel-
40 superlegeringen.

7908785

Door middel van de uitvinding wordt een geschikt smelten verkregen van de kiem teneinde de gewenste epitaxiale aangroeiing van daaruit te waarborgen, waarbij de onvolkomen gietstukken, die kunnen worden geproduceerd, 5 wanneer de kiem niet adequaat is gesmolten, of wanneer de verontreinigingslaag niet volledig is verwijderd, zijn overwonnen. Verder maakt de uitvinding het gebruik mogelijk van kiemkristallen, die niet aanmerkelijk zijn verhit voorafgaand aan het invoeren van het gesmolten metaal in 10 de vorm. In een voorkeursuitvoering worden volgens de uitvinding verder de kosten van kiemen gereduceerd door er voor te zorgen, dat zij gemakkelijk kunnen worden teruggewonnen van gestolde gietstukken en daarna weer opnieuw worden gebruikt. Het gebruik van kiemen is economischer gemaakt en daardoor beter toepasbaar in vergelijking 15 met aangroeiing zonder kiemwerking, waardoor de realisering van voordelen van primaire en secundaire oriëntatierегeling mogelijk zijn gemaakt. Monokristalvormontwerpen kunnen worden vereenvoudigd en de initiële stollingsnelheden 20 verhoogd, waardoor de produktie-opbrengst kan worden verhoogd.

De hiervoor genoemde en andere doeleinden, aspecten, en voordelen van de uitvinding zullen thans nader worden toegelicht aan de hand van de gedetailleerde beschrijving 25 van de voorkeursuitvoering van de uitvinding onder verwijzing naar de tekening. In de tekening toont:

fig. 1 een dwarsdoorsnede van een vorm, die een kiem bevat, gemonteerd op een gietplaat,

30 fig. 2 een dwarsdoorsnede van de voorwerpsholte van de vorm van fig. 1,

fig. 3 een gedeeltelijk in doorsnede gegeven aanzicht van een kiemholte van een vorm op een gietplaat,

fig. 4 een detail van de zeteling van de kiem,

35 fig. 5 een aanzicht gedeeltelijk in doorsnede van een kiem met een barrièrelaag rond zijn omtrek, en

fig. 6 een gedeeltelijk dwarsdoorsnede-aanzicht van een alternatieve uitvoering van kiem en gietplaatbarrièrelagen.

40 De voorkeursuitvoeringsvorm wordt beschreven in termen van een vorm, in het bijzonder geschikt voor algemeen

7900785

gebruik bij het systeem beschreven in het genoemde Amerikaanse octrooischrift 3.895.672 voor de produktie van uit één stuk monokristal bestaande nikkellegeringsgietstukken, hoewel het gebruik ervan niet daartoe is
5 beperkt.

Een vorm 20, vervaardigd van keramisch materiaal geschikt voor het vormen van een een-kristalsvoorwerp, is gemonteerd op een koperen gietplaat 22, zoals getoond in fig. 1. De vorm bestaat uit een sectie, die een voorwerps-
10 holte 24 bepaalt, die, zoals in fig. 2 is aangegeven, is geconfigureerd volgens een gasturbineluchtblad, voor de produktie waarvan de uitvinding in het bijzonder bijdraagt. De vorm heeft verder een eerste einde 26 voor het opnemen van gesmolten metaal en dit door te laten in de voorwerps-
15 holte, en een tweede einde 33, in staat om een gietplaat te contacteren.

Een kiem 28 met een vastgestelde kristallografische oriëntatie is gemonteerd in een uitsparing 30 in de gietplaat 22. De kiem is daardoor in innig contact met, en
20 zal worden gekoeld door, de gietplaat. Rondom de kiem bevindt zich een startholte 32, bepaalt door het tweede einde 33, de startsectie van de vorm en de gietplaat 22. Een selectorsectie 34 verbindt de startholte 32 en de voorwerpsholte 24. De selectorsectie 34 heeft een aanzien-
25 lijk kleinere dwarsdoorsnede dan elk van de kiemkristalholte en de voorwerpsholte.

In de getoonde voorkeursuitvoeringsvorm zijn de kiem, de startholte, en de selectorholte cirkelvormig in dwarsdoorsnede, hoewel andere dwarsdoorsnedevormen eveneens
30 functioneel zijn.

De relatieve afmetingen van de respectievelijke elementen zijn niet gefixeerd, maar kan in algemeen perspectief worden gesteld door middel van een voorbeeld: voor het vervaardigen van nikkelsuperlegeringsvoorwerpen
35 zoals gasturbineluchtbladen van 10 tot 25 cm hoog verdient een kiem van de superlegering met een diameter van 2-2,5 cm en overeenkomstige hoogte de voorkeur. De starterholte moet dan een diameter hebben van ongeveer 5 cm en de ingang naar de selectorsectie moet ongeveer 0,5-1,0 cm
40 boven het oppervlak van de kiem zijn. Zodoende heeft de

starterholte een volume van meer dan vijf keer dat van de daarin bevatte kiem. Zoals in het onderstaande wordt uiteengezet, is dit volume beschikbaar voor het opnemen van gesmolten metaal voor het verhitten van de kiem en het inzetten van epitaxiale stolling van daaruit.

Het startsectie-einde 33 is geplaatst dicht tegen de gietplaat aan het oppervlak 36 daarvan teneinde het ontsnappen van gesmolten metaal te beletten. Middelen voor het vastklemmen, getoond als bouten in fig. 3, worden gebruikt om een goed contact te onderhouden tussen de vorm en de gietplaat. Andere mechanische bevestigingsmiddelen en fixtures zijn evenzeer geschikt, zolang zij zijn gelegen buiten de weg van het gesmolten metaal en in staat zijn om een vorm vast te houden, die op een hoge temperatuur is. Vanzelfsprekend is voor massaproductie bij de selectie van vastklemorganen het criterium, het gemak en de snelheid van koppeling en ontkoppeling.

Wanneer de vorm en de gietplaat vast op elkaar geklemd zijn, is het samenstel geschikt om te worden geplaatst binnen verschillende apparaten, beschreven in de bekende techniek voor het gerichte stollen. Gesmolten metaal kan worden ingevoerd en de vereiste thermische gradiënt aangelegd aan de vorm teneinde te zorgen voor gerichte stolling van het gietstuk. Het gebruik van het apparaat is als volgt: Gesmolten metaal wordt ingevoerd in de vorm via het ontvangende einde 26, gaat daar doorheen door de voorwerpssectie 24 de selectorsectie 34, en valt op en stroomt langs het oppervlak 38 van de kiem 28. De werking van het gesmolten metaal op het kiemoppervlak 38 zorgt voor verhitting daarvan en doet dit smelten, en verhoogt door turbulentie de verwijdering van enige afzettingen of films. Het gesmolten metaal wordt, na te zijn gegaan over het oppervlak van de kiem, afgezet in de startholte 32 aangrenzend aan de kiem. Aldus funktioneert de startholte als een ontvangstreservoir voor het gesmolten metaal, die wordt gebruikt voor het verhitten van het metaal. Het ontvangende reservoir kan desgewenst zijn gelegen verwijderd van de holte die de kiem bevat. Metaalinvoer via een afzonderlijke poort, zoals getoond in het Amerikaanse octrooischrift 3.915.761 is een andere mogelijkheid. In

7908785

dergelijke gevallen moet de startholte nog steeds zodanig zijn geconfigureerd, dat een doorstroom van gesmolten metaal mogelijk is. Bij de configuratie in de voorkeursuitvoering van fig. 1 omgeeft het gesmolten metaal, na te zijn gegaan
5 over het kiemoppervlak, de kiem zijdelings, waardoor er verdere warmte daaraan wordt gegeven.

Wanneer de vorm is gevuld met metaal wordt door het onttrekken van warmte via de gietplaat en de vormwanden volgens bekende praktijk het gesmolten metaal op progressieve
10 wijze tot stollen gebracht via de hoofdas van de vorm, dat wil zeggen vertikaal. Het metaal in de startsectie zal het eerst stollen, en vanzelfsprekend is daarbij een hoofdbestanddeel van de kiem in vaste toestand aanwezig. Voor zover de selectorsectie 34 is gecentreerd boven de kiem 28,
15 zal metaal, dat epitaxiaal stolt op het oppervlak van de kiem, bij voorkeur eerst de selectorsectie bereiken en daar doorheen gaan. Aangezien het stollende metaal, dat gaat door de selectorsectie, epitaxiaal stolt vanuit het kiemkristal, zal het dezelfde oriëntatie bezitten als het
20 kiemkristal. Op overeenkomstige wijze zal het voorwerp, gevormd in de holte 24 een overeenkomstige oriëntatie hebben, naarmate het zijn structuur inneemt vanuit het eerder gevormde materiaal van de selectorsectie.

Fig. 3 laat in meer details de uitvoering zien van
25 de belangrijke elementen van de uitvinding in de startsectie. Teneinde een gewenste secundaire oriëntatie te verkrijgen, is het nodig, dat het kiemkristal is georiënteerd op vastgestelde wijze met betrekking tot de voorwerpsholte 24. Dit kan worden bereikt door zowel de kiem als de vorm te
30 oriënteren in een vaste relatie ten opzichte van de gietplaat 22. Zoals getoond in fig. 3, is de vorm georiënteerd ten opzichte van de gietplaat door middel van bouten 37, die tevens de functie hebben om de vorm op de gietplaat vast te klemmen ter voorkoming van lekkage. Vanzelfsprekend
35 kunnen andere oriëntatiemiddelen worden gebruikt, in het bijzonder bij massaproductie, zoals polarisatie van de gietplaat en de vorm door hun vormgeving aan hun contactpunten, of door gebruik te maken van electro-optische sensoren met geschikte aanwijzingen. Zoals getoond in de
40 details van fig. 4, zijn er middelen voor het oriënteren

van de kiem ten opzichte van de gietplaat. De verticale of primaire asoriëntatie wordt uitgevoerd door het voor de hand liggende middel om de kiem te laten rusten op het oppervlak van de gietplaat. De secundaire oriëntatie, of
5 de polaire oriëntatie rondom de primaire as, wordt geregeld door midden van een aangepast slot-en-sleutelsysteem. Zoals getoond heeft het kiemkristal een eenvoudige gleuf 46 over zijn diameter, welke het slot vormt, terwijl de gietplaat is uitgerust met een integrale sleutelweg 48. Andere
10 mechanische vertandingen en locatoren en andere polarisatiemethodes kunnen eveneens worden gebruikt.

Verder getoond in de fig. 3 en 4 is een keramisch schild 40, dat de omtrek van de kiem 28 omgeeft. Dit is een barrièrelaag om te voorkomen, dat gesmolten metaal,
15 dat is gegaan over het oppervlak 38 van de kiem en tot rust is gekomen in de startholte 32, zal hechten aan de omtrek 42 van de kiem. Het schild 48 zorgt ervoor, dat smelten aan de omtrek 42 van de kiem wordt verhinderd en voorkomt het aanhechten van het gesmolten metaal in de holte aan
20 de omtrek van de kiem.

Dienovereenkomstig kan het gietstuk, nadat het metaal in de holte 32 is gestold en het gehele gietstuk uit de vorm is verwijderd, worden gesneden over het vlak van het oppervlak 38, waarbij de kiem gemakkelijk kan worden
25 losgemaakt uit het startsectiegietstukdeel en met weinig voorbereiding opnieuw kan worden gebruikt.

Fig. 5 toont een alternatieve uitvoering van het keramische schild 40, waarbij dit schild doorloopt in een uitsparing in de gietplaat samen met de kiem. Het schild
30 kan zijn vervaardigd van een keramisch materiaal of enige andere substantie die bestand is tegen de werking van het gesmolten metaal gedurende de korte tijd, dat dit daaraan wordt blootgesteld voorafgaand aan het stollen daarvan. Het is slechts vereist, dat het schild is gevormd van een
35 materiaal, dat de vereiste warmte en corrosiebestendigheid bezit, en in toevoeging een voldoende mechanische sterkte bezit om niet losgemaakt te worden onder de inwerking van het gesmolten metaal. Teneinde het doel van de uitvinding te bereiken, behoeft vanzelfsprekend de barrièrelaag rond
40 de omtrek van de kiem niet een afzonderlijk fysisch element

7908735

te zijn, maar kan dit ook bestaan uit een bekleding, aangebracht op de kiem. Fig. 6 toont een nog andere uitvoeringsvorm van de uitvinding; waarin de kiem is gemonteerd in lijn met een neergedrukt gebied van het oppervlak van de gietplaat samen met schild 40. In toevoeging is een keramische ringvormige schijf 44 getoond, die rust op het gietplaatoppervlak 36 aangrenzend aan de kiem. De schijf 44 heeft de functie van het reduceren van het koelen door de gietplaat, en daardoor de snelheid van stollen van het gesmolten metaal aangrenzend aan de kiem in vergelijking met wat deze zou zijn geweest, indien de schijf niet aanwezig is. Vanzelfsprekend zal de metaalstolling vanuit het gietplaatoppervlak 36 niet de gewenste kristallografische oriëntatie van de kiem bezitten. In speciale startholteconfiguraties geeft de aanwezigheid van de schijf 44 meer zekerheid, dat metaal met een ongewenste kristallografische oriëntatie niet de selectorsectie 34 zal bereiken, voordat metaal, dat epitaxiaal stolt vanuit het kiemoppervlak 38 dat doet. In fig. 6 is de schijf 44 getoond als een separaat element, dat de gehele blootliggende gietplaat bedekt in de holte 32. De diameterovermaat van bedekking kan evenwel worden gevarieerd, bijv. door het verminderen van de diameter van de schijf 44, zodat een gedeelte van het gietplaatoppervlak aan de omtrek van de holte is blootgesteld. Variatie van de bedekking van de gietplaat kan op regelbare wijze de warmte-extractie wijzigen van het metaal in de holte 32, teneinde een gewenst stollen van het voorwerp te effectuëren. In toevoeging kan de schijf 44 zijn vervaardigd integraal met het scherm 40, zoals is getoond in fig. 3. Als ander alternatief kan de schijf 44 zijn vervaardigd integraal met de vorm 20, in welk geval de binnendiameter van het schijfgedeelte kan worden gevarieerd voor het regelen van de warmte-extractie. De schijf 44 kan ook zijn geconfigureerd als bekleding op de gietplaat, en de funktionering van de schijf kan worden gevarieerd door de dikte en de thermische karakteristieken van het constructiemateriaal.

Het gebruik van het apparaat en de hier beschreven methode kan worden aangepast aan de produktie van eenvoudige onderdelen of multiple onderdelen. Vanzelfsprekend

7908735

kunnen multiple stukken worden gemaakt door het arrangeren van een veelvoud van vormen van het type, getoond in fig. 1, als een assemblement, zoals gebruikelijk is bij massaproductie van gericht gestolde bekledingsgietstukken. Alternatief
5 kan meer dan één deel zijn vervaardigd van een enkelvoudig kiemkristal door de vorm uit te spreiden onmiddellijk boven het selectorgedeelte, op een dergelijke wijze zoals beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.857.436.

Hoewel in het voorgaande de uitvinding is beschreven
10 aan de hand van een voorkeursuitvoering in termen van een een-kristalgietstuk, valt het binnen het kader van de uitvinding, dat ook stengelkristalgietstukken en andere epitaxiaal ontwikkelde gietstukstructuren kunnen worden geproduceerd. De uitvinding is bruikbaar met elke gietbare legering, waar-
15 voor een geschikte vorm kan worden vervaardigd. Het zal verder de vakman duidelijk zijn, dat er verschillende veranderingen, modificaties en omissies in vorm en detail mogelijk zijn zonder te treden buiten het kader van de uitvinding.

- conclusies -

7908785

- C o n c l u s i e s -

1. Inrichting voor het doen stollen van gesmolten metaal tot een voorwerp met geregelde kristallografische oriëntatie, g e k e n m e r k t d o o r
5 een gietplaat voor het koelen van gesmolten metaal gedurende gerichte stolling,
een kiem van bekende kristallografische oriëntatie voor het inleiden van een gewenste epitaxiale stolling in het voorwerp,
10 middelen voor het houden van de kiem in een vastgestelde oriëntatie ten opzichte van de vorm in de nabijheid van de gietplaat, zodat de warmte-overdracht van de kiem naar de gietplaat kan worden bereikt,
een vorm met een voorwerpssectie en een startsectie, zodanig gevormd, dat gesmolten metaal kan vloeien rond de
15 kiem, waarbij de startsectie in contact is met de gietplaat en samen met de gietplaat een volume bepaalt, in staat om de kiem te bevatten en een gedeelte te ontvangen van het gesmolten metaal, dat vloeit rond de kiem, en
middelen voor het houden van de vorm in gefixeerde
20 relatie ten opzichte van de gietplaat, teneinde de oriëntatie van de vorm ten opzichte van de kiem te regelen.
2. Inrichting volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat de vorm een selectorsectie heeft, die de voorwerpssectie en de startsectie met elkaar verbindt,
25 teneinde te waarborgen, dat uitsluitend epitaxiaal gestold materiaal zich vormt in de voorwerpssectie.
3. Inrichting volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat deze verder middelen omvat voor het laten vallen van gesmolten metaal op het oppervlak van de
30 kiem teneinde de verhitting daarvan te verhogen en oppervlakteverontreinigingsfilms, die tussenbeide kunnen komen bij de epitaxiale stolling, te verwijderen.
4. Inrichting volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat deze verder een kiem omvat, die uitsteekt
35 in de startholte zodanig, dat gesmolten metaal, dat vloeit

7908785

in de startholte, de kiem omringt aan een ander oppervlak dan dat, van waaruit de epitaxiale stolling in het voorwerp plaatsvindt, teneinde extra verhitting aan de kiem te geven.

5. Inrichting volgens conclusie 2, met het
5 k e n m e r k, dat deze verder middelen omvat om te voorkomen, dat gesmolten metaal zich hecht aan de kiem op vastgestelde plaatsen, teneinde het verwijderen van de kiem uit het gestolde gietstuk te vergemakkelijken.
6. Inrichting volgens conclusie 1 en 2, met het
10 k e n m e r k, dat deze verder middelen omvat voor het thermisch isoleren van een gedeelte van de gietplaat aangrenzend aan de kiem teneinde het warmteverlies van overmaat metaal, geplaatst in de startholte, te verminderen.
7. Inrichting volgens conclusie 1, met het
15 k e n m e r k, dat de kiem een monokristal is.
8. Werkwijze voor het gieten van metaal tot een voorwerp met geregelde kristallografische oriëntatie met de inrichting volgens conclusies 1 - 7, onder gebruikmaking van epitaxiale gerichte stolling vanuit een kiem, die initieel
20 aanzienlijk koeler is dan het smeltpunt van het te gieten metaal, met het k e n m e r k, dat men het gesmolten metaal laat vallen op en vloeien over het oppervlak van de kiem in voldoende hoeveelheid om een gedeelte van de kiem te verhitten en te smelten, en oppervlaktecontaminatie
25 te verwijderen, die tussenbeide kan komen bij de epitaxiale stolling vanuit de kiem.
9. Werkwijze volgens conclusie 8, g e k e n m e r k t
d o o r
het plaatsen van een kiem op een gietplaat in een
30 geregelde oriëntatie ten opzichte daarvan,
het aanbrengen van een verhitte vorm op de gietplaat in een vaste oriëntatie ten opzichte daarvan teneinde de kiem daarbinnen te bevatten en gesmolten metaal op te nemen,
35 het vullen van de vorm met gesmolten metaal onder

7908735

gebruikmaking van een middel, dat waarborgt, dat een gedeelte van de gesmolten metaal over het oppervlak van de kiem stroomt naar een reservoir in voldoende hoeveelheid om een gedeelte van de kiem te verhitten en gedeeltelijk
5 te smelten, en het verwijderen van enige verontreinigingsfilmen daarop, en

het epitaxiaal laten stollen van het gesmolten metaal voor het vormen van een voorwerp vanuit de kiem met een kristallografische oriëntatie, die wordt bepaald
10 door de kiem.

10. Werkwijze volgens conclusie 9, m e t h e t k e n-
m e r k, dat deze verder omvat het plaatsen van een
barrièrelaag, bestand tegen het gesmolten metaal, rond
een gedeelte van de kiem ter voorkoming van aanhechten
15 van gesmolten metaal aan de kiem zonder daardoor het om-
hullen van de kiem door gesmolten metaal te elimineren,
welke aanhechting zou optreden bij afwezigheid van de
barrièrelaag, teneinde de verwijdering van de kiem van het
gietstuk na stolling ervan te vergemakkelijken.

20 11. Werkwijze volgens conclusie 8, g e k e n m e r k t
d o o r

het vormen van een vorm, die een eerste einde heeft
in staat om gesmolten metaal op te vangen, een tweede einde
in staat om een startholte te bepalen in contact met een
25 gietplaat, een voorwerpsholte in staat om gesmolten metaal
te bevatten en de vormen, en een selectorsectie, gelegen
tussen het tweede einde en de voorwerpsholte,

het verhitten van de vorm,
het aanbrengen op een koele gietplaat van een kiem,
30 die aanzienlijk kleiner is dan de startholte,

het contacteren van het tweede einde van de vorm
met de gietplaat op een zodanige wijze, dat zowel de kiem
in de startholte wordt gevat alsook een ruimte wordt
verschafft in de holte in staat om gesmolten metaal op te
35 nemen en te bevatten,

het vullen van de vorm door het schenken van
gesmolten metaal in het eerste einde van de vorm, zodat
dit gesmolten metaal gaat naar het tweede einde en vloeit

7908785

naar een reservoir daarbij lopende over het oppervlak van de kiem, zodat een gedeelte van de kiem wordt verhit en gesmolten,

het koelen van de vorm, zodat het gesmolten metaal
5 epitaxiaal stolt vanuit het tweede einde naar in de voor-
werpsholte voor het vormen van een voorwerp met een
kristallografische oriëntatie, die wordt bepaald door
de kiem.

12. Vorm voor het epitaxiaal gieten van metaal vanuit
10 een kiem tot een voorwerp met geregelde kristallografische
oriëntatie, waarbij de vorm is bevestigd aan een gietplaat,
en gesmolten metaal gericht wordt gestold, m e t h e t
k e n m e r k, dat deze vorm bestaat uit:

een voorwerpsholte voor het vormen van gesmolten
15 metaal tot een voorwerp,

een selectorholte, verbonden met de voorwerpsholte
voor het regelen van de kristallografische oriëntatie
van metaal, dat aangroeit door stolling in de voorwerps-
holte vanuit een startholte,

20 een startholte, verbonden met de selectorholte,
en met een dwarsdoorsnedeoppervlak aanzienlijk groter dan
de selectorholte, en een volume, voldoende om een kiem te
bevatten en gesmolten metaal, ingevoerd in de vorm voor
het verhitten van de kiem, en

25 middelen voor het invoeren van gesmolten metaal
in de vorm, zodat dit vloeit over de kiem naar de start-
holte, waar er een volume is voor het bevatten van dit
gesmolten metaal.

13. Vorm volgens conclusie 11, m e t h e t k e n-
30 m e r k, dat de selectorholte een nagenoeg rechte tunnel is,
in lijn gelegen tussen de startholte en de voorwerpsholte,
waarbij de tunnelas nagenoeg evenwijdig is aan de hoofd-
aangroeias van het in de vorm te vormen voorwerp.

14. Vorm volgens conclusie 12, m e t h e t k e n-
35 m e r k, dat de vormstartholte zodanig is gevormd, dat
het warmteverlies aan een gietplaat in gebieden aangrenzend
aan de kiem tot een minimum is teruggebracht.

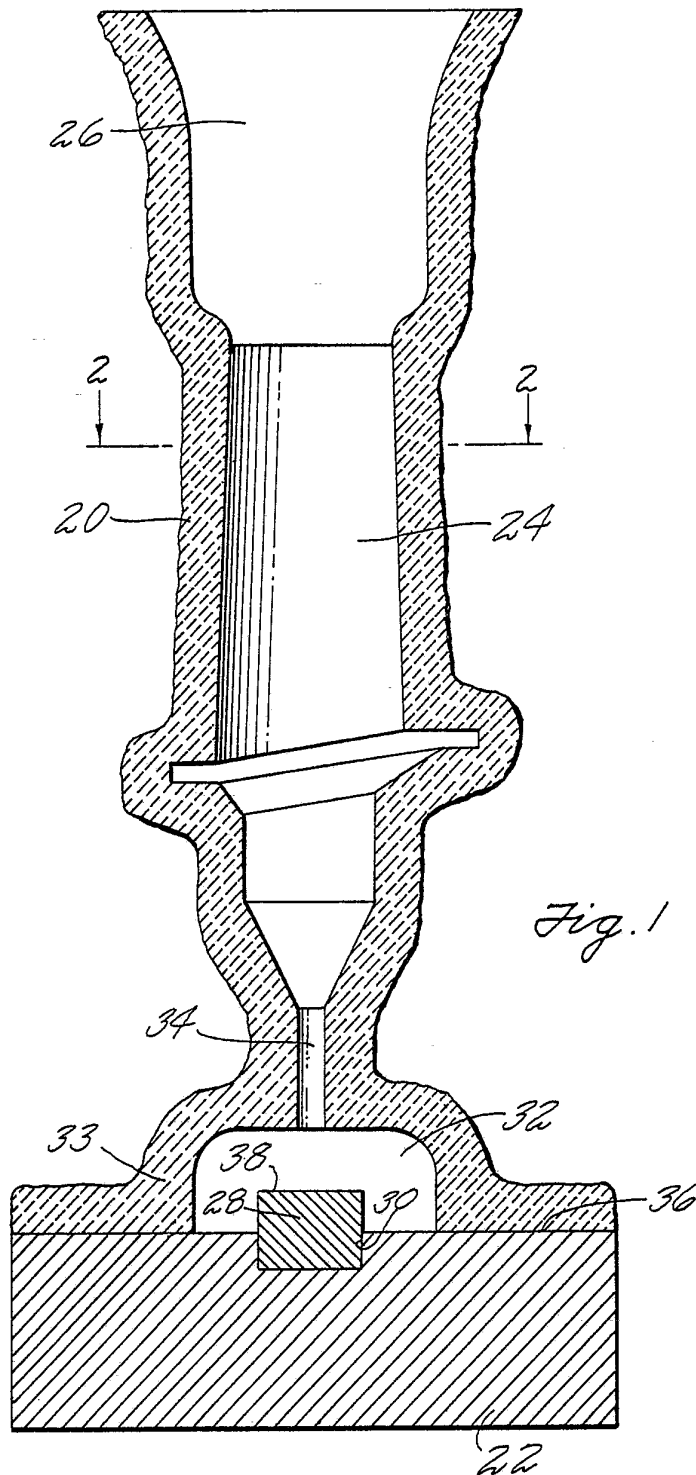


Fig. 1

UNITED TECHNOLOGIES CORP., HARTFORD. Ct.

Ver. St. v. Amerika

7908785

Fig. 2

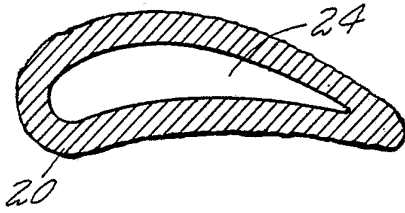


Fig. 3

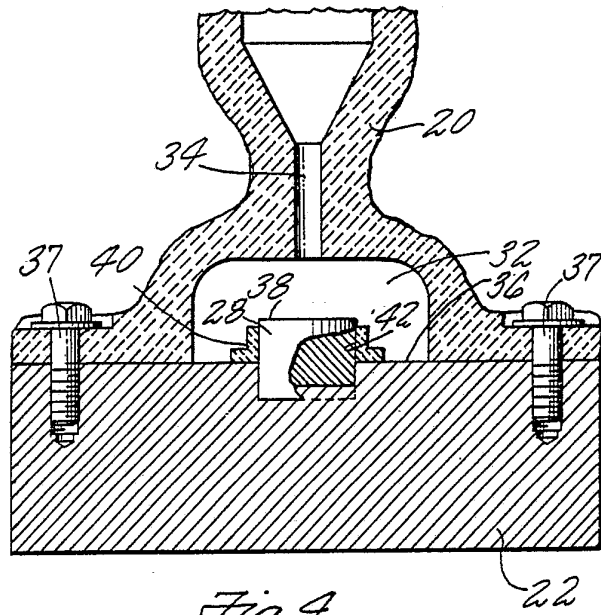


Fig. 5

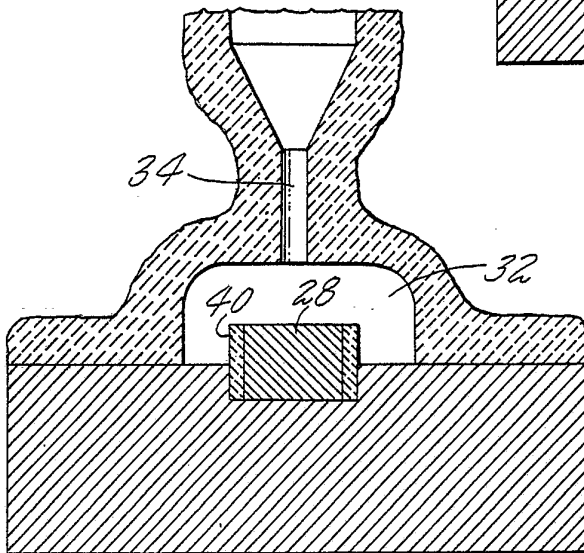


Fig. 4

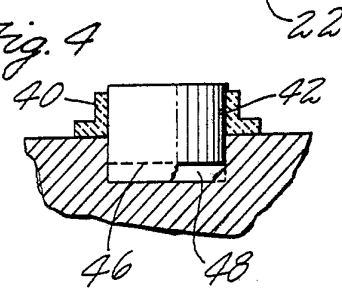
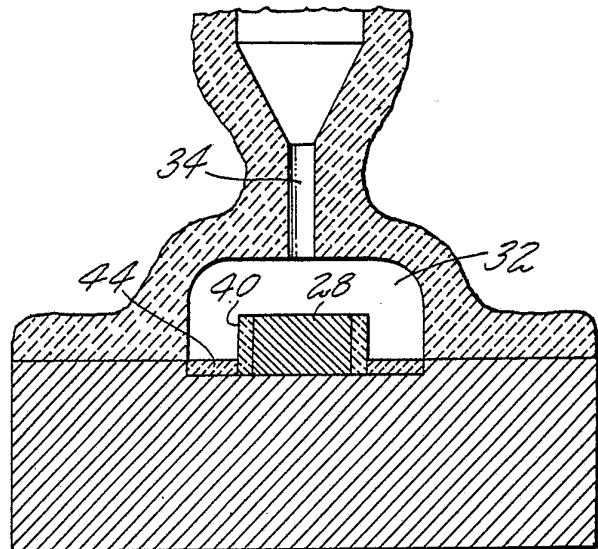


Fig. 6



UNITED TECHNOLOGIES CORP., HARTFORD, Ct.

Ver. St. v. Amerika

7908785